



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



PROYECTO DE SUMINISTRO ELÉCTRICO PARA P. I. LOS TORRELLARES

MEMORIA

AUTOR:

- **E. RUIZ DEL RINCÓN**

**PROYECTO FIN DE
CARRERA**

INDICE

.....	1
1.- OBJETO DEL PROYECTO	5
2. ANTECEDENTES.	5
3. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.	6
4.- PREVISIÓN DE CARGAS	8
5.-DESCRIPCION DE LA INSTALACION ELÉCTRICA	10
5.1.-Características de la instalación en Media Tensión	10
5.1.1.- Descripción de la Línea Aérea de Media Tensión	13
5.1.2.- Descripción de la línea subterránea de Media Tensión.....	26
5.1.2.1.-Trazado.....	28
5.1.2.2.- Cruzamientos y paralelismos	28
5.1.3.-Centro de transformación en edificios prefabricados de hormigón	29
5.1.3.1.-Características celdas	29
5.1.3.2.- Obra Civil.....	31
5.1.3.3.- Instalación Eléctrica	34
5.1.3.4.- Puesta a tierra	36
5.1.3.5.- Instalaciones Secundarias.....	37
5.1.3.6.- Medidas de Seguridad	38
5.1.3.7 Cuadros de Baja Tensión 400/230 V de Trafos en C.T.....	39
5.2.- INATALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	39
5.2.1.- Suministro de la electricidad.....	39
5.2.2.- Trazado de la red B.T	39
5.2.3.-Canalizaciones.....	40
5.2.4.- Cruzamientos y paralelismos	41
5.2.4.1.- Cruzamientos.....	41
5.2.4.2.- Proximidades y paralelismos.....	42
5.2.5.- Conductores.....	44
5.2.6.- Empalmes y conexiones	45
5.2.7.- Sistemas de protección	45
5.2.8.- Suministro eléctrico a parcelas (Cajas Generales de Protección)	46
5.2.8.1.- Emplazamiento.....	47
5.2.8.2.- Tipos y características	47
6.- CÁLCULOS.....	48

6.1.-CALCULOS ELECTRICOS	48
6.1.1.-Calculo de conductores desnudos de M.T.....	48
6.1.1.1.-Densidad máxima de corriente	48
6.1.1.2.-Intensidad máxima admisible y potencia de transporte	48
6.1.2.- Calculo de conductores aislados de M.T.....	49
6.1.2.1.-Densidad máxima de corriente	49
6.1.2.2.-Intensidad máxima admisible y potencia de transporte	49
6.2.- CALCULOS DEL C.T.....	50
6.2.1.-Intensidad en alta tensión	50
6.2.2.-Intensidad en baja tensión	50
6.2.3.-Corriente de cortocircuito en alta tensión	51
6.2.3.1.- Corriente de Cortocircuito en Alta Tensión	51
6.2.3.2.- Corriente de cortocircuito en baja tensión.....	51
6.2.4.-Selección de protecciones de alta y baja tensión.....	52
6.2.5.- Cálculo de la instalación de puesta a tierra	53
6.2.5.1.- Investigación de las características del suelo	53
6.2.5.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto	53
6.2.5.3.-Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	54
6.2.5.3.1.-Tierra de protección	54
6.2.5.3.2.- Tierra de servicio.....	54
6.2.5.4.-Cálculo de la resistencia del sistema de tierras	55
6.2.5.4.1.-Tierra de Protección	55
6.2.5.4.2.-Tierra de Servicio	56
6.2.5.5.- Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación	56
6.2.5.6.- Cálculo de las instalaciones en el interior de la instalación	57
6.2.5.7.-Cálculo de las tensiones aplicadas.	58
6.2.5.8.-Investigación de tensiones transferibles al exterior.....	59
6.3.- CALCULOS MECANICOS DE MEDIA TENSIÓN.....	60
6.3.1.- Datos Generales de la Instalación	60
6.3.2.- Vano de regulación.....	60
6.3.3.-Calculo Cadena Aisladores:	61
6.3.4.- Tensión máxima de un vano	64
6.3.5.- Tensión y flecha de la línea en determinadas condiciones. Ecuación del cambio de condición.....	64

6.3.6.- Sobrecargas	65
6.3.7.- Tensión Máxima.....	67
6.3.8.- Flecha Máxima.....	68
6.3.9.- Flecha Mínima	69
6.3.10.- Limite dinámico “EDS”	69
6.3.11.- Distancia mínima apoyo –puestas a tierra.....	70
6.3.12.- Cimentaciones	70
6.4.1.- Cuadro de B.T. del Transformador nº 1	74
6.4.2.- Cuadro de B.T. del Transformador nº 2	75
6.4.3.- Cuadro de B.T. del Transformador nº 3	77
6.4.4.- Cuadro de B.T. del Transformador nº 4	79
6.4.5.- Cuadro de B.T. del Transformador nº 5	81
6.4.6.- Cuadro de B.T. del Transformador nº 6	83
6.4.7.- Cuadro de B.T. del Transformador nº 7	85

1.- OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto describir de forma clara las condiciones técnicas, de ejecución y económicas para realizar la Instalación Eléctrica en Media y Baja Tensión del Polígono Industrial Los Torrellares.

El objeto del presente proyecto es el de exponer ante los Organismos Competentes que la instalación que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

2. ANTECEDENTES.

Existen junto al municipio de Matalebreras unos terrenos sobre los que se pretende realizar la creación de un polígono industrial que comprenda empresas de diversos sectores, especialmente agrario.

Dichos terrenos servirán para la creación del polígono industrial y será necesario realizar todas las instalaciones que garanticen el funcionamiento y desarrollo de las actividades que se pretendan realizar.

Esto nos lleva a diseñar una instalación eléctrica según las necesidades que se van a demandar en dicho polígono, teniendo en cuenta posibles ampliaciones en un futuro, siendo necesario realizar:

- Línea Aérea de Media Tensión a 15 KV de doble circuito, de 430 m de longitud, vano 125 m y conductor LA-110
- Red de distribución en Media Tensión a 15 KV por medio de canalización subterránea
- 4 Centro de transformación compuestos por 7 transformadores de 630 KVA, en Caseta Prefabricada de Hormigón.
- Red de distribución en Baja Tensión 400/230 V para suministro eléctrico a parcelas.
- Red de distribución en Baja Tensión 400/230 V para alumbrado público del Polígono Industrial.

El suministro eléctrico a las parcelas y el alumbrado público se realizará en Baja Tensión desde el Centro de Transformación en Caseta de Hormigón Prefabricada, por medio de una distribución subterránea a 400/230 V de Tensión, en sistema trifásico y a 50 Hz de frecuencia.

3. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento Electrotécnico para Media Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

-
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
 - Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
 - Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
 - Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

4.- PREVISIÓN DE CARGAS

La previsión de cargas se realiza en función del uso definitivo que se le van a dar a las parcelas y conforme a las exigencias de la propiedad. Dispondremos:

PREVISION DE POTENCIA EN B.T. DESDE C.T.	
Nº PARCELA	P TOTAL (KW)
MANZANA-A	
A1	270,00
A2	160,00
A3	160,00
A4	70,00
A5	80,00
A6	250,00
A7	150,00
A8	120,00
A9	240,00
ALUMB. PUB-A	10,00
MANZANA-B	
B1	200,00
B2	100,00
B3	60,00
B4	120,00
B5	240,00
B6	200,00
B7	150,00
B8	130,00
B9	80,00
B10	200,00
ALUMB. PUB-B	10,00
MANZANA-C	
C1	250,00
C2	230,00
C3	230,00
ALUMB. PUB-C	11,00
BOMBEO	15,00
MANZANA-D	
D1	80,00
D2	80,00
D3	80,00
D4	65,00
D5	50,00
D6	50,00
D7	45,00

D8	60,00
D9	70,00
D10	70,00
D11	70,00
D12	250,00
D13	250,00
D14	140,00
D15	120,00
ALUMB. PUB-D	10,00
D1	80,00
TOTAL POTENCIA	5.226,00

Obtenida esta potencia total de previsión, aplicaremos un coeficiente de simultaneidad igual a **0,8** y un **$\cos \varphi = 1$** con lo que nos da:

$$\text{Potencia de la Instalación} = (5.226,00 / \cos \varphi) \times 0,8 = \text{4180,80 KVA}$$

De acuerdo con las potencias normalizadas de los transformadores de potencia por la compañía eléctrica, debemos colocar **7 transformadores de 630 KVAs**, de manera que sera distribuida por medio de 4 Centros de Transformación de 2 x 630 KVAs en Edificio Prefabricado de Hormigón.

Todo esto nos lleva a colocar una **Potencia total de 4410 KVAs**

5.-DESCRIPCION DE LA INSTALACION ELÉCTRICA

El Polígono Industrial Los Torrellares está alimentado mediante una línea de media tensión de 15 kV de doble circuito, soportando un transporte de 5 MVA para el suministro de las naves instaladas en dicho recinto y alumbrado público.

5.1.-Características de la instalación en Media Tensión

La instalación en media tensión estará formada por:

- Entronque de la línea aérea al polígono industrial, realizado por la compañía suministradora según sus normas e instrucciones de montaje. El entronque se realizara en el apoyo nº 26, compuesto por una torre metálica existente.
- Montaje línea de Media Tensión, 430 m de longitud desde el apoyo de entronque nº 26 hasta el apoyo metálico nº1, aproximadamente 125 metros de longitud cada vano, con conductor LA-110.
- Montaje de apoyos nº 1, nº 2, nº 3 y nº 4. Compuestos por un apoyo metálico en celosía del tipo C-2000/14, una cruceta atirantada de 1,250 m. separación entre conductores.

- Apoyo nº 1 Final de Linea:

Compuesto de seis soportes para botellas terminales y autoválvulas, 6 botellas terminales 12/20 KV TMF-3-240/24 E Al y 6 autoválvulas pararrayos poliméricas INZ 18 KV 10 KA.

Este apoyo enlazara las dos líneas subterráneas con la línea de Media Tensión de doble circuito.

En este apoyo se utilizarán cadenas de amarre para fijar el cable LA-110.

Las cadenas de amarre se componen de:

- Horquilla bola HB-16
- Cuatro aisladores U70BS
- Rótula larga R-16-P
- Grapas de amarre GA-2

- Apoyo nº 2 y nº 3, Apoyos de Suspensión

Este apoyo realizarán la suspensión de dos circuitos LA-110 que enlazarán con el apoyo de amarre nº 1.

Estos apoyos utilizarán cadenas de suspensión para el cable LA-110.

Las cadenas de suspensión se componen de:

- Horquilla bola HB-16
- Cuatro aisladores U70BS
- Rótula larga R-16-P
- Grapas de amarre GS-2

- Apoyo nº 4, Entronque:

Compuesto de seis portafusibles XS de 24 kV y 200 A realizarán la función de seccionamiento y protección de línea.

Este apoyo enlazara las dos líneas aéreas LA-110 de suministro al P.I. Los Torrellares con la L.A.M.T. de triple circuito existente. El entronque se realizará en el apoyo nº 26.

En este apoyo se utilizarán cadenas de amarre para fijar el cable LA-110.

Las cadenas de amarre se componen de:

- Horquilla bola HB-16
- Cuatro aisladores U70BS
- Rótula larga R-16-P
- Grapas de amarre GA-2

- Montaje línea subterránea de Media Tensión en forma de anillo, de aproximadamente 1300 metros de longitud, con conductores de aluminio de tipo RHZ1 12/20 kV 3x1x240mm² que discurrirán por canalización compuesta por 3 tubos de diámetro 160 mm.

La línea subterránea de M.T. comenzará en el apoyo nº 1, compuesto por material antiescala y cables subterráneos entubados, irá desde un circuito del apoyo hasta el centro de transformación nº 1, este a su vez estará conectado el CT3, conexionado también al CT4 y unido al CT2 donde finalizará la red en anillo conectándolo al segundo circuito del apoyo nº 1. Estos CTs serán de 2X630 KVA.

- Montaje de 4 centros de transformación de 2x630 kVAs en caseta prefabricada de hormigón con celdas modulares con aislamiento integral en gas SF6 del sistema CGMCOSMOS de Ormazabal o similar, con una función de entrada de línea, una función de salida de línea y 2 funciones de protección de transformación.

Tensión nominal de la Red.....15 KV

El nivel de aislamiento se elegirá teniendo en cuenta la futura ampliación de la tensión de línea a 20 KV, que será de 24 KV.

El cable utilizado para la línea aérea es el LA-110 R.U.-3403 de características:

-Sección de aluminio:	94,25 mm ²
-Sección de acero:	21,99 mm ²
-Sección de total:	116,24 mm ²
- Composición:	30 (aluminio) + 7(acero)
- Diámetro de los alambres:	2,00 mm
- Diámetro aparente del cable:	14,00 mm
-Carga mínima de rotura:	4.400 kg
- Módulo de elasticidad teórico:	8.200 kg/mm ²
-Coeficiente de dilatación lineal:	17,8x10e-6 x °Ce-1
-Peso:	433 kg/km
- Resistencia eléctrica a 20 °C:	0,307 ohm/km.
- Densidad de corriente máxima:	2,68 Amp/mm ²

Este último valor viene determinado por la aplicación del Art. 22 del R.L.A.T.

El cable utilizado para la línea subterránea del tipo AL RHZ-1 12/20, con aislamiento de dieléctrico seco, conductor de aluminio y 240 mm² de sección:

- Conductor: Aluminio clase 2 Triple extrusión.
- Semiconductor interior reticulado.
- Aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE), Espesor 5,5 mm.
- Semiconductor exterior: Semiconductor reticulado
- Pantalla: Hilo de cobre.
- Cubierta: Poliolefina (Z1)

El Centro de Transformación será un Edificio Prefabricado de Hormigón de dimensiones suficientes para albergar toda la aparamenta eléctrica necesaria para su correcto funcionamiento

5.1.1.- Descripción de la Línea Aérea de Media Tensión

5.1.1.1.- Apoyo de Entronque nº 26

El apoyo nº 26 es existente y está compuesto por una torre metálica con armados para línea de triple circuito. En este apoyo se realizara el entronque de la línea de MT para suministro al polígono industrial.

5.1.1.2.- Apoyos de Distribución nº 1, nº 2, nº 3 y nº 4

La línea de MT de suministro al polígono estará formada por los apoyos nº 1, que será de fin de línea, nº 2, nº 3 y nº 4 que será el apoyo que sirva de enlace con el apoyo de entronque nº 26.y estará ubicado a 30 metros de este. La distancia entre apoyos será de 125 m aproximadamente. Estos apoyos serán apoyos metálicos en celosía del tipo C-2000/14 con cruceta atirantada de doble circuito N1 de 1,250 m.

Los apoyos estarán compuestos por los siguientes elementos:

- Apoyo metálico en celosía del tipo C-2000/14 de 2000 daN de esfuerzo con cruceta atirantada de doble circuito N1 de 1,250 m. de separación entre conductores para la línea aérea de doble circuito.
- Seis cadenas de amarre para apoyo nº 1 y doce cadenas de amarre para apoyo de entronque nº 4, compuestas por tres aisladores cada una del tipo U70BS, horquilla de bola HB-16, rotula larga R-16P y grapa de amarre GA-2.

- Doce cadenas de suspensión para apoyo nº 2 otras doce cadenas de suspensión para apoyo de entronque nº 3, compuestas por tres aisladores cada una del tipo U70BS, horquilla de bola HB-16, rotula larga R-16P y grapa de suspensión GS-2.
- Un soporte Botellas y Autoválvulas para apoyo fin de línea nº 1.
- Seis pararrayos autoválvulas de óxidos metálicos modelo INZP polimérico de 18 KV/10KA para apoyo fin de línea nº 1.
- Kit de seis botellas terminales, para el apoyo nº 1 de final de línea, de nivel de aislamiento 12/20 KV modelo TMF-3-240/24-E-AI, para conectar los conductores secos de la línea subterránea del tipo RHZ-1 AI de 1X240 mm²
- En el apoyo nº 1 habrá dos tubos metálicos galvanizados de 125 mm de diámetro y de 3 metros de longitud, para protección de la bajada del conductor RHZ-1 12/20 KV. En el extremo superior se colocará un capuchón termorretractil de seis salidas, para protección.

En la parte inferior del tubo de protección se pondrán tres tubos corrugados de 160 mm de diámetro hasta la arqueta que da comienzo a la canalización subterránea.

- En apoyos nº 1 y nº 4 se les colocará una chapa antiescala normalizado, señalizada con lacas de "Riesgo de Muerte"
- Instalación de portafusibles XS de 200 A para línea de 24 kV que realizará la función de seccionamiento y protección de la línea LA-110.

Por ser una zona frecuentada se realizará una puesta a tierra por cada apoyo de celosía formada por una pica hincada en el fondo del hoyo, conectada al apoyo con cable de Cu de 50 mm² en los apoyos de suspensión nº 2 y nº 3. Además de esto en los apoyos de final de línea nº 1 y entronque nº 4, se instalará una toma de tierra equipotencial en anillo para todos los herrajes a instalar en la torre metálica con conductor de cobre desnudo de 50 mm². Estas picas serán enterradas a una profundidad de 0,70. Se ampliarán anillos de puesta a tierra hasta conseguir una resistencia menor o igual a 20 ohmios.

5.1.1.3.- Cruzamiento, paralelismo y pasos

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesite efectuar Cruzamientos, Paralelismos o pasos habrá que actuar de la siguiente manera:

Generalidades:

En ciertas situaciones, como cruzamientos y paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación, pasos sobre bosques o sobre zonas urbanas y proximidades a aeropuertos, y con objeto de reducir la probabilidad de accidente aumentando la seguridad de la línea, deberán cumplirse las prescripciones especiales de seguridad que se detallan en este capítulo.

No será necesario adoptar disposiciones especiales en los cruces y paralelismos con cursos de agua no navegables, caminos de herradura, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificadas, salvo que estos últimos puedan exigir un aumento en la altura de los conductores.

En los tramos de línea en que haya que reforzar sus condiciones de seguridad, será necesaria de la aplicación de las siguientes prescripciones:

- Ningún conductor o cable de tierra tendrá una carga de rotura inferior a 1000 kg en líneas de tercera categoría ni presentará ningún empalme en el vano de cruce.
- Se prohíbe la utilización de apoyos de madera
- No se reducirán bajo ningún concepto los niveles de aislamiento y distancias entre conductores y entre estos y apoyos
- Los coeficientes de seguridad en cimentaciones, apoyos y crucetas, en el caso de hipótesis normales, deberán ser un 25 % superior a los establecidos para la línea.
- Las grapas de fijación del conductor a las cadenas de suspensión deberán ser antideslizantes.

Cruzamientos:

En los casos siguientes, el vano de cruce y los apoyos que lo limitan deberán cumplir las condiciones de seguridad reforzada impuestas en el apartado anterior

- **Líneas eléctricas y de comunicación:**

En los cruces de líneas eléctricas se situará a mayor altura la de tensión más elevada, y en el caso de igual tensión la que se instale con posterioridad.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior no será menor de:

$$1,5 + Del \text{ (m)} \quad (\text{hipótesis viento, mínimo 2m})$$

Del: Distancia de aislamiento en el aire entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra. Valores dependientes de la tensión de línea, en Anexo I Tablas de Cálculos.

La mínima distancia vertical entre los conductores de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a:

$$1,5 + (U+L1+L2) / 100 \text{ (m)} \quad (\text{mínimo 100m})$$

U: Tensión nominal en kV de la línea superior.

L1: Longitud (m) entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea superior.

L2: Longitud (m) entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea inferior.

- **Carreteras y ferrocarriles sin electrificar:**

La altura de los conductores sobre la rasante de la carretera o sobre las cabezas de carriles en el caso de ferrocarriles sin electrificar será de:

$$6,3 + Del \quad (\text{mínimo 7 m})$$

- **Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses:**

La altura mínima de los conductores de la línea eléctrica sobre los cables o hilos sustentadores o conductores de la línea de contacto será de:

$$3,5 + Del \text{ (m)} \quad (\text{mínimo 4 m})$$

- **Teleféricos y cables transportadores:**

El cruce de una línea eléctrica con teleféricos o cables transportadores deberá efectuarse siempre superiormente.

La distancia mínima vertical entre los conductores de la línea eléctrica y la parte mas elevada del teleférico, teniendo en cuenta las oscilaciones de los cables del mismo y la posible sobre elevación por reducción de carga, será de:

$$4,5 + Del \text{ (m)} \quad (\text{mínimo } 5 \text{ m})$$

- **Rios y canales, navegables o flotables:**

En los cruzamientos con ríos y canales, navegables o flotables, la altura mínima de los conductores sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será de:

$$G + 3,5 + Del \text{ (m)}$$

G: Galibo. Si no está definido se considerara un valor de 4,7 m.

Paralelismo

No son de aplicación en estos casos las prescripciones de seguridad reforzada.

- **Líneas eléctricas**

Se entiende que existe un paralelismo cuando dos o más líneas próximas siguen sensiblemente la misma dirección, aunque no sean rigurosamente paralelas.

Siempre que sea posible, se evitará la construcción de líneas paralelas de transporte o de distribución de energía eléctrica a distancias inferiores a 1,5 veces de altura del apoyo más alto. En todo caso, entre los conductores contiguos de las líneas paralelas no deberá existir una separación inferior a:

$$D = K \sqrt{(F + L)} + U / 150$$

D: Separación entre conductores (m).

K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.

F: Flecha máxima (m).

L: Longitud de la cadena de suspensión.

U: Tensión nominal de la línea en kV.

- **Líneas de telecomunicaciones:**

Se evitará siempre que se pueda el paralelismo de las líneas eléctricas de alta tensión con líneas de telecomunicaciones, y cuando ello no sea posible se mantendrán las trazas de los conductores más próximos de una y otra línea una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

- **Vías de comunicación:**

Se prohíbe la instalación de apoyos de líneas eléctricas de alta tensión en las zonas de influencia de las carreteras, a distancia inferiores a las que se indican a continuación, medidas horizontalmente desde el eje de la calzada y perpendicularmente a éste:

- En las carreteras de la red estatal (nacionales, comarcales y locales): 25 m
- En carreteras de red vecinal: 15m

También se prohíbe la instalación de apoyos que , aun cumpliendo con las separaciones anteriores, se encuentren a menos de 8 metros de la arista exterior de la explanación o a una distancia del borde de la plataforma inferior a vez y media su altura.

Por lo que se refiere a ferrocarriles y cursos de agua navegables o flotables, se prohíbe la instalación de las líneas eléctricas a distancias inferiores a 25 m, ni a vez y media la altura de sus apoyos con respecto al extremo de la explanación o borde del cauce, respectivamente.

Paso por zonas

No son de aplicación en estos casos las prescripciones de seguridad reforzada.

- **Bosque, árboles y masas de arbolado:**

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de los árboles con los conductores de una línea eléctrica, deberá establecerse una zona de corta de arbolados a ambo lados de la línea de:

$$1,5 + Del (m) \qquad \qquad \qquad (\text{mínimo } 2 \text{ m})$$

Además, deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea.

- **Edificios, construcciones y zonas urbanas.**

Queda autorizado el tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión en las zonas de reserva urbana con Plan general de ordenación legalmente aprobado y en zonas y polígonos industriales con Plan parcial de ordenación aprobado, así como en los terrenos del suelo urbano no comprendidos dentro del caso de la población en Municipio que carezca de Plan de ordenación.

Para que la transformación de líneas aéreas en subterráneas sea exigible, será necesario que los terrenos estén urbanizados o en curso de urbanización.

En el paso sobre edificios, construcciones y terrenos clasificados como suelo urbano, las líneas eléctricas deberán cumplir las condiciones de seguridad reforzada.

Las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones, serán las siguientes:

$$5,5 + Del (m)$$

Mínimo 6 m, sobre los puntos accesibles a las personas.

$$3,3 + Del (m)$$

Mínimo 4 m, sobre los puntos no accesibles a las personas.

- **Proximidades de aeropuertos:**

No son de aplicación las prescripciones de seguridad reforzada.

Las líneas eléctricas que hayan de construirse en las proximidades de los aeropuertos, aeródromos, helipuertos e instalaciones de ayudas de navegación aérea deberán ajustarse a lo especificado en el artículo 1º y 2º de la Ley de aeropuertos de 17 de julio de 1945, en el capítulo IX de la Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación aérea, en el Decreto de 21 de diciembre de 1956 sobre servidumbre radioeléctrica, en el Decreto 1701/1968 de 17 de Julio, sobre servidumbres aeronáuticas, y demás vigentes en la materia.

Por lo expuesto en los apartados anteriores, queda especificada la situación de cada cruce, paralelismo y paso por zonas:

- No hay ningún tipo de cruzamiento con otras líneas eléctricas, igualmente que tampoco existen cruzamientos con líneas de telecomunicaciones, con carreteras, con ferrocarriles, con ríos navegables, con ríos no navegables y con canales
- No existe paralelismo con otras líneas eléctricas, igualmente que tampoco existen paralelismos con líneas de telecomunicaciones, con carreteras, con ferrocarriles, con ríos y con canales.
- No hay paso ni proximidad con edificios, construcciones zonas urbanas, etc.
- No existe proximidad con árboles, y aun así, que para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de los árboles con los conductores de una línea eléctrica, deberá establecerse una zona de corta de árboles a ambos lados de la línea de:

$1,5 + \Delta U$ (m)

(mínimo 2m)

U= Tensión nominal de la línea en KV.

Además, deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea.

5.1.1.4.-Materiales

El aislamiento de los materiales de la instalación estará dimensionado como mínimo para la tensión más elevada de la red.

- **Conductores:**

Se emplearan conductores del tipo denominado de aluminio con alma de acero.

Cuando en una línea eléctrica se empleen como conductores cables, cualquiera que sea su composición o naturaleza, o alambres de más de 6 mm de diámetro, los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los conductores.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura a tope de los mismos.

Se prohíbe colocar en una instalación más de un empalme por vano y conductor.

Los empalmes y las conexiones de los conductores no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 90 por 100 de la carga del cable empalmado.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, es preciso que dicha unión se efectúe en el puente de conexión de las cadenas horizontales de amarre.

Las piezas de empalme y conexión evitarán los efectos electrolíticos y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

Las características generales del conductor utilizado figuran en el anexo de cálculo del proyecto.

- **Aislamiento y herrajes:**

Los aisladores utilizados en las líneas serán de vidrio u otro material de características adecuadas a su función. Las partes metálicas de los aisladores estarán protegidas adecuadamente contra la acción corrosiva de la atmosfera al igual que los herrajes.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el cable del 90 por 100 de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca deslizamiento.

- **Crucetas:**

Las crucetas a utilizar serán metálicas galvanizadas por inmersión en caliente, capaces de soportar los esfuerzos a que estén sometidas, y con las distancias adecuadas a los vanos contiguos.

- **Apoyos:**

Los apoyos a utilizar en la línea serán metálicos y tendrán una altura tal que en ningún caso el conductor quede a menos de 7 m. sobre el terreno, en nuestro caso el apoyo tendrá una altura de 14 m.

Para su comprobación puede consultar el plano de Perfil, en el cual se ha trazado la catenaria correspondiente al conductor inferior en las condiciones de flecha máxima correspondiente a la zona por donde discurre la línea.

Los apoyos de suspensión sirven para sostener los conductores y cables de tierra, debiendo ser empleados únicamente en alineaciones rectas. Los apoyos de ángulo se utilizaran para sostener los conductores y cables de tierra en los vértices de los ángulos que forman dos alineaciones. Los apoyos de amarre deben proporcionar puntos firmes en la línea que limitan la propagación en la misma de los esfuerzos longitudinales. Los apoyos de fin de línea, deben resistir en sentido longitudinal de la línea los esfuerzos de todos los conductores y cables de tierra.

En los apoyos de acero, así como en elementos metálicos de los apoyos, no se emplearan perfiles abiertos de espesor inferior a cuatro milímetros. Cuando los perfiles fueran galvanizados por inmersión en caliente, el límite anterior podrá reducirse a tres milímetros. En construcción remachada o atornillada no podrán realizarse taladros sobre flancos de perfiles de una anchura inferior a 35 mm.

No se emplearan tornillos ni remaches de un diámetro inferior a 12 mm.

En los perfiles metálicos enterrados se cuidara su protección contra la oxidación.

- **Conexión de los apoyos a tierra:**

Deberán conectarse a tierra todos los apoyos metálicos.

Como conductores de tierra, entre herrajes y crucetas y la propia toma de tierra, puede emplearse la estructura de los apoyos metálicos.

Los conductores de conexión a tierra serán de cobre desnudo y tendrán una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones de línea.

En ningún caso la sección de estos conductores será inferior a la eléctricamente equivalente a 16 mm^2 de cobre.

Se cuidará la protección de los conductores de conexión a tierra en las zonas inmediatamente superior al terreno de modo que queden defendidas contra golpes, etc.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, dimensiones, colocación en el terreno y número apropiada a la naturaleza y condiciones del terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima y de larga permanencia.

Para apoyos situados en zonas frecuentadas, la resistencia no será superior a 20 ohmios y para la ubicación en zonas de pública concurrencia o que soporten aparatos de maniobra, aparte de cumplirse lo anterior, se instalará una toma a tierra en anillo cerrado, enterrado alrededor del empotramiento del apoyo, a un metro de distancia del macizo de la cimentación.

Cuando la naturaleza del terreno no sea favorable para obtener una resistencia de difusión reducida en la toma de tierra, podrá recurrirse al tratamiento químico del terreno.

Toda instalación de puesta a tierra deberá ser comprobada en el momento de su establecimiento y revisada cada seis años.

- **Cimentaciones:**

Para una mayor estabilidad de los apoyos, éstos se cimentarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo. Se cuidará de su protección en el caso de suelos y aguas que sean agresivos.

Las dimensiones de las mismas quedan reflejadas en el correspondiente apartado de cálculos.

- **Ubicación de Apoyos**

La ubicación se determinará considerando los aspectos siguientes:

- Características del terreno, referidas a cimentaciones y res de tierras
- Accesibilidad

Se accederá a los apoyos, desde vías privadas, con la correspondiente servidumbre de paso.

La ubicación y los accesos deberán permitir:

- El movimiento y colocación de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación con medios mecánicos.
- Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen.
- El mantenimiento y sustitución del material que lo compone.

La altura y disposición de los apoyos serán tales que las partes que en servicio se encuentren bajo tensión y no estén protegidas contra contactos accidentales se situarán como mínimo a 6 m de altura sobre el suelo.

Para evitar la aparición de tensiones peligrosas como consecuencia de defectos a tierra en alta tensión, se tendrá en cuenta:

- Chapa antiescala de 2,5 m. y señalizada con una placa de “Peligro de Muerte”
- Puestas a tierra de protección. A la tierra de protección se conectarán todos los elementos metálicos y los pararrayos autoválvulas.
- La tierra de protección estará constituida por un anillo circundante a la torre y cuatro picas bimetálicas como mínimo.
- Las tomas de tierra se realizarán con cobre desnudo de 50 mm² y picas de cobre PB-16-2500. Se colocarán tantas picas como sean necesarias para conseguir una resistencia a tierra menos a 20 Ohm.

Los apoyos serán metálicos de estructura totalmente atornillada. Tendrán un esfuerzo útil capaz de resistir los esfuerzos de amarre de la línea aérea que lo ha de alimentar y el peso de la aparamenta eléctrica que han de albergar.

Sobre los apoyos se colocarán placas de advertencia de riesgo eléctrico, que sean visibles y legibles desde el suelo, situadas a una altura mínima de 3 m. con objeto de que no puedan ser arrancadas.

Los apoyos metálicos dispondrán de un dispositivo antiescala hasta una altura de 2,5 m de altura sobre el nivel del suelo.

Las crucetas y herrajes serán metálicos, con las características indicadas en el apartado correspondiente..

Las cadenas de amarre de la línea aérea se construirán con aisladores de vidrio templado. Utilizando el tipo U70BS. Serán necesarios 3 aisladores por cadena. Las características de estos aisladores son:

- Carga de rotura (Kg): 7000
- Diámetro máximo (mm): 255
- Longitud línea fuga (mm): 295
- Longitud aislador (m): 0,25
- Peso (kg): 1,80

Las partes metálicas de los aisladores estarán protegidas adecuadamente contra la acción corrosiva de la atmósfera.

Los herrajes serán adecuados a su función mecánica y eléctrica y deberán ser inalterables a la acción corrosiva de la atmosfera especialmente en los casos donde puedan surgir efectos electrolíticos.

Las grapas de amarre del conductor deberán soportar una tensión mecánica en el cable del 90 por 100 de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca deslizamiento.

La protección contra sobreintensidades en alta tensión se realizara mediante la instalación de autoválvulas pararrayos. La conexión de la tierra al pararrayos y la conexión de la línea al pararrayos se hará mediante conductor desnudo y de las mismas características que el de la línea. Esta conexión se hará lo más corta posible. Las conexiones a tierra deberán establecerse mediante conductores de cobre desnudo, entre el borne de tierra del pararrayos y la línea de puesta a tierra de las masas. Su longitud deberá ser lo más corta posible con objeto de minimizar los efectos de autoinducción y de la resistencia óhmica.

5.1.2.- Descripción de la línea subterránea de Media Tensión

Estará formado por doble circuito de tres conductores de aluminio de 240 mm² del tipo RHZ-1 12/20 KV, con aislamiento de dieléctrico seco, formando una red en enillo en los C.Ts que posee las siguientes características:

- Conductor: Aluminio clase2 Triple extrusión.
- Semiconductor interior reticulado
- Aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE), Espesor 5,5 mm.
- Semiconductor exterior reticulado.
- Pantalla: Hilos de Cobre.
- Cubierta: Poliolefina (ZI).

Las Líneas Subterráneas de Media Tensión serán:

- Línea nº 1.- Desde el primer circuito del apoyo nº 1 hasta la celda de entrada de línea del C.T. nº 2
- Línea nº 2.- Desde la celda de salida de línea ubicada en el C.T 2 hasta la celda de entrada de línea ubicada en el C.T. 4
- Línea nº 3.- Desde la celda de salida de línea en el C.T. 4 hasta la celda de entrada de línea del C.T. 3
- Línea nº 4.- Desde la celda de salida de línea en el C.T. 3 hasta la celda de entrada del C.T. 1.
- Línea nº 5.- Desde la celda de salida de línea en el C.T. 1 hasta el segundo circuito del apoyo nº 1.

De esta forma la línea subterránea quedara anillada. En el apoyo nº 1 se realizara una bajada subterránea con canal o tubo de acero galvanizado de 3 metros de longitud. La canalización subterránea estará compuesta por dos tubos de doble pared de diámetro 160 mm, uno para realizar la distribución en M.T. y el otro que quedará como tubo reserva.

Para estas canalizaciones habrá que tener en cuenta:

- La longitud de la canalización será lo más corta posible colocándose arqueta de registro cada 40 m de longitud aproximadamente.

- La canalización discurrirá por terrenos urbanizados, de dominio público, a poder ser bajo aceras, evitando los ángulos pronunciados.
- Los cruces de calzadas y aceras deberán ser siempre entubados y hormigonados, procurando evitarlos si es posible.
- La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será menor a 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada
- El tubo estará construido por material sintético, de cemento. El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cableado o del diámetro aparente del circuito.

La anchura de la zanja permitirá las operaciones de apertura y tendido, siendo mínimo de 40 cm.

El interior del tubo será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable y no se instalará más de un circuito por tubo.

La red de media tensión estará formada por los conductores aislados reglamentarios para la tensión nominal de funcionamiento de 15 kV.

La red diseñada es de categoría A, esto es, el sistema se desconecta en un tiempo inferior a 1 minuto en caso de falta a tierra de cualquier fase, por lo que el tipo de cable a emplear será 12 /20 kV de nivel de aislamiento.

El conductor a emplear en Media Tensión será de aluminio RHZ-1 12/20 kV, de sección 240 mm^2 , el cual presenta buenas características frente a humedad, abrasamientos y desgarros.

Las caídas de tensión y pérdidas de potencia en el circuito no deberán superar el 1,5 %.

La red de Media Tensión discurrirá por aceras y calzadas, siempre por debajo de la canalización de Baja Tensión. Estas canalizaciones dispondrán de tantos tubos como se indiquen en los planos de canalización eléctrica. Se deberá señalizar el camino por donde discurren las canalizaciones por medio de protectores de cable eléctrico y cinta de señalización de los mismos según planos.

5.1.2.1.-Trazado

La línea descrita anteriormente entroncará en el apoyo nº 1, que es una conversión de paso aéreo a subterráneo y finalizará en los CTs a los que va instalado cada circuito.

La longitud es de 1300 metros y afecta a terrenos de dominio públicos dentro del Polígono Los Torrellares.

5.1.2.2.- Cruzamientos y paralelismos

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesite efectuar Cruzamientos o Paralelismos, estos se ajustarán a las condiciones de las instalaciones o propiedades afectadas.

5.1.2.3.- Clase de Energía

Todas las características de la energía a transportar figuran en el anexo de cálculos.

5.1.2.4.- Materiales

Todos los materiales tendrán que estar regulados según Norma UNE.

El aislamiento de los materiales de la instalación estará dimensionado para la tensión más elevada de la red para conseguir un aislamiento pleno.

5.1.2.5.- Puesta a Tierra

Se pondrán puesta a tierra la pantalla conductora, el fleje de protección mecánica y los herrajes de sujeción de los terminales.

En los extremos de las líneas subterráneas se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencias de cargas de capacidad. Las cubiertas metálicas y las pantallas de las mismas estarán también puestas a tierra.

En redes aéreas, todas las partes metálicas de los apoyos y herrajes serán conectadas a una toma de tierra en cada apoyo.

5.1.3.-Centro de transformación en edificios prefabricados de hormigón

Se instalarán cuatro centros de transformación para dar servicio en Baja Tensión a las parcelas del Polígono Industrial Los Torrellares.

Los centro de transformación serán de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas con envoltente metálica según norma UNE.

La acometida a los centros será subterránea, se alimentarán formando entre ellos una red anillada de Media Tensión, descrita en el apartado de red subterránea de Media Tensión.

El suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 15 kV y una frecuencia de 50 Hz.

5.1.3.1.-Características celdas

Los tipos de celdas empleados en este proyecto son:

- **CGM:** Celdas modulares de aislamiento y corte en SF6, extensibles sin necesidad de reponer gas.

El sistema de estas celdas está formado por un conjunto de celdas modulares de Media Tensión, con aislamiento y corte en SF6, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos denominados “conjunto de unión”, consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas.

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y Frente:

La base de estas celdas permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso y presenta el esquema unifilar del circuito y ejes de accionamiento de la aparamenta.

La parte frontal incluye la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos de mando.

En la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas led de señalización de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles.

En el interior de la celda hay una pletina de cobre que será a través del cual se realice la conexión del sistema a tierra y de las pantallas de los cables.

- **CAJÓN DE CONTROL: CONJUNTO DE RELÉS:**

Módulo metálico adosado a la celda en su parte superior frontal conteniendo en su interior debidamente montados y conexicionados los siguientes aparatos y materiales:

Conjunto de protecciones, incluyendo:

-Relé de protección de mínima tensión (3x27) y máxima tensión (3x59), tipo 3TPI-B de ZIV.

-Relé de protección contra sobretensión homopolar (59N), tipo 3TPI-C de ZIV.

-Relé de protección de máxima y mínima frecuencia (81 M/m), tipo 3FGI-A de ZIV.

-Relé de protección de sobreintensidad de 3 fases (3x50-51), tipo 3CPI-A de ZIV.

-Relé de protección de sobreintensidad de direccional 1 fase (3x67NA), tipo 3CPI-E de ZIV.

-Relé auxiliar para temporización al cierre de 3 minutos.

- **Cuba:**

La cuba contiene el interruptor, embarrado y portafusibles. El gas SF6 se encuentra en su interior a una presión de 1,3 bares.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así efecto alguno sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

- **Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra:**

El interruptor de la celda CGM tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante una palanca de accionamiento.

- **Protección con fusibles:**

En las celdas de protección cuenta en su interior con unos fusibles, de modo que cuando cualquier fusible se funde, el interruptor se abre, evitando que el transformador quede alimentado solo a dos fases, así como un seccionador en serie.

- **Enclavamientos**

Los enclavamientos incluidos en las celdas pretenden:

- No conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado y viceversa, no se puede cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se puede abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido quitada.

- **Características Eléctricas:**

Las características de las celdas CGM son:

Tensión Nominal (kV)	24
Frecuencia industrial (1min)	
A tierra y entre fases (kV)	50
A la dist. de seccionamiento (kV)	60
Impulso tipo rayo	
A tierra y entre fases (kV)	125
A la dist. de seccionamiento (kV)	145

5.1.3.2.- Obra Civil

Los centros estarán ubicados en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será prefabricada de hormigón tipo PFU-5 de Ormazabal o similar con una puerta de acceso peatonal y dos de acceso a transformador, de dimensiones exteriores 6.880 x 3180 x 3045 mm.

El acceso al C.T. será únicamente para personal de la compañía suministradora y personal de mantenimiento autorizado.

Las características del prefabricado de hormigón monobloque de la serie PFU serán:

- **Facilidad de instalación:**

Estos prefabricados no necesitan cimentación, además vienen montados de fábrica, lo que reduce el tiempo de instalación y posibilita el traslado del C.T. por lo que asegura una cómoda y fácil instalación.

Se realizará una excavación de un foso en el lugar donde se vaya a instalar el centro de transformación que contara con unas medidas de 8.040 x 4000 x 500 mm. En el fondo del foso se echarán 100 mm de arena para asentar correctamente el C.T. en el foso.

- **Material:**

El centro de transformación estará fabricado a base de hormigón armado. Con la dosificación y el vibrado adecuado para las características de resistencia requeridas y una perfecta impermeabilidad.

- **Equipotencialidad:**

La propia armadura de mallazo garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema equipotencial.

Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 (RU 1303 A).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

- **Impermeabilidad:**

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre estos, desaguando al exterior de su perímetro.

- **Grados de Protección:**

Seguirán norma UNE 20324/89 de tal manera que la parte exterior del C.T. será IP 239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP 339.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son:

- Envolvente:

La envolvente será de hormigón armado, será monobloque y vendrá construida de fábrica.

La envolvente estará diseñada y fabricada de forma que garantice una total permeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos los orificios para la entrada y acceso de cableado tanto de Alta como de Baja Tensión.

- Suelos:

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de los cables en las celdas.

Los huecos que queden libres se taparán con unas placas. En la parte frontal se dispondrán unas placas de poco peso que permitan el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

- Cuba de recogida de aceite:

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del C.T. Tendrá una capacidad de 760 litros, estando así diseñada para recoger en su interior todo el aceite de los transformadores sin que este se derrame por la base.

En la parte superior irá una bandeja apaga fuegos de acero galvanizado perforada y cubierta de grava.

- Puertas y rejillas de ventilación:

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, les hará resistentes a la corrosión acusada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abrir 180° hacia el exterior, u se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

-*Ventilación*: la ventilación de los centros de transformación se realizará de modo natural mediante las rejillas de entrada y salida de aire, estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos en las mismas.

5.1.3.3.- Instalación Eléctrica

La red de alimentación a los Centros de Transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 15 kV y 50 Hz de frecuencia.

El cable utilizado para la alimentación subterránea es del tipo RHZ-1 12/20 kV con aislamiento de dieléctrico seco, conductor de aluminio y 240 mm² de sección y se acometerá a las celdas con tres botellas terminales con contacto roscado acodadas en T para interior tipo PMA-3-240 AC.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la compañía suministradora.

- **Características de la armadura de Alta Tensión:**

- Celda Entrada / Salida: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por Ormazabal, formada por un módulo de Vn= 24kV e In = 630 A y 365 mm de ancho, 735 mm de fondo por 1740 mm de alto.

La celda CGMCOSMOS-L de interruptor-seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF₆, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra.

Características:

- | | |
|--------------------------------|----------------|
| • Capacidad de ruptura: | 630 A |
| • Intensidad de cortocircuito: | 21 kA/ 52,5 kA |
| • Capacidad de cierre: | 50 kA |

➤ Protección Transformador 1 y 2: CGMCOSMOS-P Protección con fusibles.

Celda de envolvente metálica, fabricada por Ormazabal, formada por un módulo de $V_n = 24 \text{ kV}$ e $I_n = 630 \text{ kV}$ y 470 mm de ancho, 735 mm de fondo y 1740 mm de alto.

La celda CGMCOSMOS-P de protección por fusibles constituido por un módulo metálico, con aislamiento en SF₆, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones y en serie 3 fusibles montados sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante enclavado en el seccionador.

Los tres tubos, inmersos en SF₆, son perfectamente estancos respecto al gas, y cuando están cerrados, lo son también respecto al exterior, garantizando la insensibilidad a la polución externa y a las inundaciones.

La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor seccionador.

La utilización de los fusibles en la celda CGMCOSMOS-P responde al sistema de fusibles combinados, cuando cualquiera de los tres fusibles se funde, el interruptor se abre, evitando que el transformador quede alimentado solo en dos fases.

Características:

- Capacidad de ruptura: 630 A
- Capacidad de ruptura en c/c: 20 kA
- Intensidad de cortocircuito: 20 kA / 50 kA
- Capacidad de cierre: 50 kA

➤ Características de los transformadores

Serán máquinas trifásicas reductoras de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 15 kV y la tensión a la salida en carga de 420 V entre fases y 230 V entre fases y neutro.

Los transformadores a instalar tendrán el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

-Características mecánicas y eléctricas:

Potencia nominal	630 kVA
Tensión nominal primaria	15.000 V
Regulación en el primario	+/-2,5% +/-5% +10%
Tensión nominal secundaria en vacío	B2
Tensión de cortocircuito	4%
Grupo de conexión	Dyn11
Refrigeración	ONAN
Nivel de aislamiento	
Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s	125 kV
Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min	24 Kv

➤ Conexión en el lado de Alta Tensión:

Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ-1, aislamiento 12/20 kV de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión, con botellas terminal enchufable de interior del tipo PMA-2-95/24-I de tensión de aislamiento 24 kV.

➤ Conexión en el lado de Baja Tensión:

Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6 / 1 kV, de 4x240 mm² Al para cada una de las fases y de 2x240 mm² Al para el neutro, con terminales bimetálicos del tipo XCX-240.

5.1.3.4.- Puesta a tierra

- *Tierra de protección:* todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el CT se unen a la tierra de protección. No se unirán rejillas y puertas metálicas del centro si son accesibles desde el exterior.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancia externas.

La tierra estará formada por cable de cobre desnudo de 50 mm² y se conectara formando un anillo conectando este al final a una caja de seccionamiento con un grado IP 545.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará constituyendo el colector de tierras de protección.

-*Tierra de servicio*: con objeto de evitar tensiones peligrosas en B.T. debido a faltas en la red de A.T. el neutro del sistema de B.T. se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de A.T. de tal forma que no existe influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado de 50 mm² de sección en cobre (0,6/1kV). La tierra se conectara formando un anillo conectando este al final a una caja de seccionamiento con un grado IP 545.

-*Tierras interiores*: Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

5.1.3.5.- Instalaciones Secundarias

- **Alumbrado:**

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaz de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos de tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalizará los accesos al centro de transformación.

- **Protección contra incendios:**

Se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente a 89 en cada centro de transformación.

- **Ventilación:**

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la rejilla de entrada de aire en función de la potencia del mismo según se relaciona, en este caso para un trazo de 630 kVA habrá que instalar una rejilla de 0.66 m².

5.1.3.6.- Medidas de Seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- No ser posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si estas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamiento interno de las celdas debe conectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en SF₆, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad de los agentes externos.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparatada estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparatada protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de Media y Baja Tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

Además de todo lo anterior el C.T debe estar compuesto por banqueta aislante, guantes de seguridad, pértiga, armario de primeros auxilios, cartel normalizado de las "5 reglas de oro", cartel normalizado de "Primeros auxilios" y cartel normalizado de "Peligro de Muerte".

5.1.3.7 Cuadros de Baja Tensión 400/230 V de Trafos en C.T

Se colocarán dos cuadros de Baja Tensión uno para cada salida de los transformadores de potencia.

- Características eléctricas:

Tensión nominal:	400 V
Int. Nominal embarrados:	1600 A
Aisl. a frec .ind. (1 min)	
Entre fases y a tierra:	8 kV
Entre fases:	2,5 kV
Aisl. a onda de choque	
Entre fases y a tierra:	20 kV
- Características Constructivas:

Anchura:	870 mm
Altura:	1690 mm
Fondo:	290 mm

Las salidas de línea están formadas por un compartimento donde se alojan el embarrado y los elementos de protección de cada circuito, que son 6. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima citada mas adelante, dispuestas en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

5.2.- INATALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

5.2.1.- Suministro de la electricidad

La energía se suministrará a la tensión de 400 / 230 V., procedente de los centros de transformación a instalar en la zona.

5.2.2.- Trazado de la red B.T

Para la dotación de suministro eléctrico a las diferentes parcelas se han diseñado 7 circuitos subterráneos de distribución en Baja Tensión. Las líneas partirán desde los cuadros de baja tensión a colocar en el Centro de Transformación.

La red eléctrica, en su recorrido, sólo afectará a terrenos de dominio público y discurrirá por aceras y calzadas de la urbanización del polígono.

El trazado de la red se puede observar en planos adjuntos.

Estará formada por conductores unipolares, que se instalarán en las canalizaciones existentes en el polígono a lo largo de las vías públicas, en aceras.

5.2.3.-Canalizaciones

Las canalizaciones existentes se disponen por terrenos de dominio público y en zonas perfectamente delimitadas, preferentemente bajo las aceras. El trazado es lo más rectilíneo posible y en la medida de lo posible paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillo.

Deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura máximos, fijados por los fabricantes (o Indicados en las normas UNE) a respetar en los cambios de dirección.

La instalación eléctrica irá enterrada, bajo tubo de doble pared de 160 mm de diámetro, embebidos en solera de hormigón a una profundidad mínima 90 cm. en aceras y cruces de calzadas.

En la canalización bajo las aceras, los tubos apoyaran sobre lecho de arena de 5 cm de espesor, irán embutidos en macizo de hormigón de 35 cm de grosor y sobre él se ubicará la cinta de “Atención al cable” y el resto se rellenará de tierra compactada.

Para la canalización en cruce de calzada, los tubos apoyarán sobre lecho de arena de 5cm de espesor e irán embutidos en tubos de 35 cm de espesor de macizo de hormigón.

Para tener accesible la instalación, en cada punto de la red donde se pretenda efectuar la acometida a los conjuntos de seccionamiento y protección (CSP) ubicados en las parcelas se instalaran arquetas, con tapa de acero de 70 x 70 cm y con un lecho de arena absorbente en el fondo de ellas. Estas arquetas se ubicarán también en cada uno de los cruces, derivaciones o cambios de dirección y como mínimo cada 40 m en alineaciones rectas. Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección en los tubos. A la entrada de las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

Las canalizaciones existentes disponen de tantos tubos como se refleja en el correspondiente plano de canalizaciones.

A lo largo de la canalización existe una cinta de señalización, que advierte de la existencia del cable eléctrico de baja tensión.

No se instalará más de un circuito por tubo. Los tubos tienen un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. El diámetro exterior mínimo de los tubos en función del número y sección de conductores se obtendrá de la tabla 9, ITC-BT-21.

Los tubos protectores son conforme a lo establecido en norma UNE.

5.2.4.- Cruzamientos y paralelismos

5.2.4.1.- Cruzamientos

- Calles y carretas:

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,90 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

- Ferrocarriles:

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores, recubiertos de hormigón y siempre que sea posible, perpendiculares a la vía, a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara interior de la travesía. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

- Otros cables de energía eléctrica:

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los de alta tensión.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión.

La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo mencionado en el apartado 5.2.3.

- Cables de telecomunicaciones:

La separación entre los cables de energía y los de telecomunicaciones será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicaciones, será de 1m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo mencionado en el apartado 5.2.3.

Estas restricciones no se deben aplicar en los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta debe ser aislante.

- Canalizaciones de agua y gas:

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua gas será de 0,20 m. Evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otras a una distancia superior a 1 m del cruce.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo mencionado en el apartado 5.2.3.

- Conducciones de alcantarillado:

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones alcantarilladas.

No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared siempre que se asegure que ésta no a quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en las canalizaciones entubadas según el apartado 5.2.3.

- Depósitos de carburante:

Los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas y distarán, como mínimo, 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.

5.2.4.2.- Proximidades y paralelismos

- Otros cables de energía eléctrica:

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según el artículo 5.2.3.

- Cables de telecomunicaciones:

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicaciones será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según el artículo 5.2.3.

- Canalizaciones de agua:

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según el apartado 5.2.3.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren las distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

- Canalizaciones de gas:

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para las canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según el apartado 5.2.3.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

- Acometidas (Conexiones de servicio)

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzcan en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según el apartado 5.2.3.

5.2.5.- Conductores

Los conductores a emplear en la instalación serán de Aluminio homogéneo, unipolares, tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, aislamiento de polietileno reticulado “XLPE”, enterrados bajo tubo, con unas secciones de 25, 50, 95, 150 o 240 mm² (según Normas Técnicas de Construcción y Montaje de las Instalaciones Eléctricas de Distribución de la Compañía Suministradora).

El cálculo de la sección de los conductores se realizará teniendo en cuenta que el valor máximo de la caída de tensión no sea superior al 5 % de la tensión nominal y verificando que la máxima intensidad admisible de los conductores quede garantizada en todo momento.

Cuando la intensidad a transportar sea superior a la admisible por un solo conductor se podrá instalar más de un conductor por fase, según los siguientes criterios:

- Emplear conductores del mismo material, sección y longitud.
- Los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles.

El conductor neutro tendrá como mínimo, en distribuciones trifásicas a cuatro hilos, una sección igual o superior a la sección de los conductores de fase para secciones hasta 10 mm² de cobre o 16 mm² de aluminio, y una sección mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm² de cobre y 16 mm² de aluminio, para secciones superiores. En distribuciones monofásicas, la sección del conductor neutro será igual a la sección del conductor fase.

El conductor neutro deberá estar identificado por un sistema adecuado. Deberá estar puesto a tierra en el centro de transformación o central generadora, y como mínimo, cada 500 metros de longitud lineal. Aun cuando la línea posea una longitud inferior, se recomienda conectarlo a tierra al final de ella. La resistencia de la puesta a tierra no podrá superar los 20 ohmios.

5.2.6.- Empalmes y conexiones

Los empalmes y conexiones de los conductores se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Asimismo, deberá quedar perfectamente asegurada su estanquidad y resistencia contra la corrosión que puede originar el terreno.

Un método apropiado para la realización de empalmes y conexiones puede ser mediante el empleo de tenaza hidráulica y la aplicación de un revestimiento a base de cinta vulcanizable y termorretractil.

5.2.7.- Sistemas de protección

La red de distribución en baja tensión estará protegida contra los efectos de las sobrecargas que puedan presentarse en la misma (ITC-BT-22) , por lo tanto se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas: Se utilizarán fusibles calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión de los centros de transformación, desde donde parten los circuitos (según figura en anexo de cálculo); cuando se realiza todo el trazado de los circuitos de sección constante (y queda ésta protegida en inicio de línea), no es necesaria la colocación de elementos de protección en ningún otro punto de la red para proteger las reducciones de sección.
- Protección a cortocircuitos: Se utilizarán fusibles calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión de los cuadros de transformación.

Para la protección contra contactos directos (ITC-BT-22) se han tomado las siguientes medidas:

- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por la parte de las personas que habitualmente circulan por la acera.
- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura.

- Aislamiento de todos los conductores con polietileno reticulado "XLPE", tensión asignada 0,6/1 kV, con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

Para la protección contra contactos indirectos (ITC-BT-22) el Neutro de B.T. estará puesto directamente a tierra y masas de la instalación receptora conectadas a una tierra separada de la anterior, así como empleo en dicha instalación de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local y características del terreno.

Es obligatorio la conexión del neutro a tierra en el centro de transformación y cada 500 metros (según ITC-BT-06). Aunque la longitud de cada uno de los circuitos sea inferior a la cifra reseñada, el neutro se conectará como mínimo una vez a tierra al final de cada circuito.

5.2.8.- Suministro eléctrico a parcelas (Cajas Generales de Protección)

Según las características de la urbanización se instalarán Conjuntos de Seccionamiento y Protección (C.S.P.) distribuidos según planos, estos nos servirán para realizar las derivaciones correspondientes y las protecciones necesarias al dar suministro eléctrico a las parcelas que se alimentan con baja tensión.

Son conjuntos compuestos por: Armarios de poliéster reforzado con fibra de vidrio y grado de protección IP-437 según UNE.

La envolvente superior dispone de regleta-soporte de poliéster reforzado, con neutro amovible de 250 A y seis cortocircuitos unipolares tamaño 1 (250 A).

La envolvente inferior dispone de regleta-soporte de poliéster reforzado, neutro amovible de 400 A y seis cortocircuitos unipolares tamaño 2 (400 A), seis cuchillas de seccionamiento tamaño 2 (400 A), ocho bornes bimetálicos 240 mm², tres bornes bimetálicos 150 mm², un borne bimetálico de 95 mm² y embarrado tetrapolar para la entrada y salida de línea.

Los conjuntos de seccionamiento y protección tendrán entrada y salida por abajo y la salida de derivación por arriba y tendrán medidas 1060 x 700 x 230 mm.

5.2.8.1.- Emplazamiento

Cuando la acometida sea subterránea se instalara siempre en un nicho en monolito, que se cerrará con una puerta metálica, con grado de protección IK10 según norma UNE, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

En el nicho se dejarán previstos los orificios para alojar los conductores para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general, conforme a lo establecido en la ITC-BT-21 para canalizaciones empotradas.

En todos casos se procurará que la situación elegida, esté lo mas próxima posible a la red de distribución pública y que quede alejada o en su defecto protegida adecuadamente, de otras instalaciones tales como de agua, gas, teléfono, etc....., según se indica en ITC.BT-06 y TC-BT-07.

5.2.8.2.- Tipos y características

Dentro de las cajas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases, colocada la caja general de protección en posición de servicio, y dispondrá también de un borne de conexión para su puesta a tierra si procede.

6.- CÁLCULOS

6.1.-CALCULOS ELECTRICOS

Dado que se trata de una línea de tercera categoría de 15 kV, se considerará nulo el efecto corona, al igual que sus consiguientes pérdidas.

Para los cálculos nos apoyaremos en las características del cable LA-56 y RHZ1 de 240 mm² de sección y considerando una tensión de línea de 15 kV.

6.1.1.-Calculo de conductores desnudos de M.T.

6.1.1.1.-Densidad máxima de corriente

Nos basaremos en el art. 22 del Rgto., considerando como si todo el cable fuera de Aluminio y su valor se multiplicara por un coeficiente de reducción. Interpolando para la sección total del LA-110, y aplicando el coeficiente de reducción para la composición 30+7 obtenemos la densidad máxima admisible.

Para el conductor de LA-110: $\delta = 2.98 \text{ A/mm}^2$
Coeficiente de reducción 30+7 = 0,902

$$d_{\text{max.}} = 2.98 \times 0.902 = 2.68 \text{ A/mm}^2$$

6.1.1.2.-Intensidad máxima admisible y potencia de transporte

$$I_{\text{max.adm.}} = d_{\text{max.adm.}} \times S = 2.68 \times 116.24 = 311.52 \text{ A}$$

$$P_{\text{max.adm.}} = I_{\text{max.adm.}} \times 1.73 \times U \times \cos \varphi$$

$$P_{\text{max.adm.}} = 311.52 \times 1.73 \times 15\,000 \times 0.85 = 6.88 \text{ MW} > 4.41 \text{ MW}$$

Donde:

$P_{\text{max adm}}$	Potencia máxima de transporte [MW]
U	Tensión primaria [V]
$I_{\text{max adm}}$	Intensidad máxima admisible [A]

6.1.2.- Cálculo de conductores aislados de M.T.

Para los cálculos nos fijaremos en las características del cable RHZ-1 de 240 mm² de sección y considerando una tensión de línea de 15 KV.

Las características del cable RHZ-1 son las siguientes:

- Conductor de Aluminio clase 2 obturado.
- Triple extrusión
- Semiconductor interior reticulado.
- Aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE).
- Semiconductor exterior reticulado.
- Pantalla de hilos de cobre con obturación longitudinal.
- Cubierta de Poliolefina (Z1).

Para la realización de cálculos usaremos la Zona B, ya que la línea está situada a una altura inferior a 1000 m sobre el nivel del mar

6.1.2.1.-Densidad máxima de corriente

Nos basaremos en el art. 22 del Rgto., considerando como si todo el cable fuera de Aluminio. Interpolando para la sección total de 240 mm² obtenemos la densidad máxima admisible.

Para el conductor de RHZ-1: **d max = 2.34 A/mm²**

6.1.2.2.-Intensidad máxima admisible y potencia de transporte

$$\mathbf{I \text{ max.adm.} = d \text{ max.adm} \times S = 2,34 \times 240 = 561,60 \text{ A}}$$

$$\mathbf{P_{max.adm.} = I \text{ max.adm} \times 1,73 \times U \times \cos \varphi}$$

$$\mathbf{P_{max.adm.} = 561,6 \times 1,73 \times 15\,000 \times 0,8 = 11,66 \text{ MW} > 4,41 \text{ MW}}$$

Donde:

Pmax adm	Potencia máxima de transporte [MW]
U	Tensión primaria [V]
I _{max adm}	Intensidad máxima admisible [A]

Con Estos valores de potencia de transporte no se producirá calentamiento en la línea.

6.2.- CALCULOS DEL C.T.

6.2.1.-Intensidad en alta tensión

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

S	Potencia del transformador [MVA]
U	Tensión primaria [kV]
I _p	Intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 15 kV.

Para cualquiera de los transformadores de los Centro de Transformador, la potencia es de 630 kVA

$$I_p = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 15} = 24.25 A$$

$$I_{p\text{total}} = 2 \cdot 24,277 = 48.5 A$$

Siendo la intensidad total primaria de 48,5 Amperios

6.2.2.-Intensidad en baja tensión

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \Rightarrow I_s = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 909,326 A$$

$$I_{s\text{total}} = 2 \cdot 909,326 = 1732,051 A$$

S	Potencia del transformador [MVA]
U	Tensión primaria [kV]
I _s	Intensidad secundaria [A]

6.2.3.-Corriente de cortocircuito en alta tensión

Para el cálculo de corriente de cortocircuito se utiliza una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía Suministradora.

6.2.3.1.- Corriente de Cortocircuito en Alta Tensión

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} \Rightarrow I_{ccp} = \frac{Compañía \rightarrow (500MVA)}{\sqrt{3} \cdot 15} = 19.245kA$$

S_{cc} Potencia de cortocircuito de la red [MVA]

U Tensión primaria [kV]

I_{ccp} Intensidad de cortocircuito primario [kA]

6.2.3.2.- Corriente de cortocircuito en baja tensión

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s} \Rightarrow I_{ccs} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot \frac{4}{100} \cdot 0,4} = 22,733kA$$

Donde:

S Potencia del transformador [MVA]

U_{cc} Tensión porcentual de cortocircuito del transformador

U_s Tensión secundaria en carga [kV]

I_{ccs} intensidad de cortocircuito secundaria máxima en el lado de B.T. [kA]

6.2.4.-Selección de protecciones de alta y baja tensión

ALTA TENSION

Los fusibles son los limitantes de la corriente, produciéndose fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. Esta protección debe permitir el paso de la corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

La intensidad de los fusibles se escogerá en función de la potencia del transformador a proteger. Teniendo en cuenta la conexión en vacío del transformador y para evitar el envejecimiento de los fusibles la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo tiene que ser igual o superior a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

Para este caso como emplearemos transformadores de 630 kVA de potencia, utilizaremos fusibles de 80 A para protegerlos.

BAJA TENSION

En el circuito de baja tensión del transformador se instalará un cuadro de distribución modelo CTV en el que se instalaran los fusibles necesarios para la protección de cada una de las líneas de salida previstas, en función de la potencia demandada para cada una de ellas.

6.2.5.- Cálculo de la instalación de puesta a tierra

6.2.5.1.- Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Debido a que en nuestra instalación la corriente de cortocircuito es superior a 16 kA realizamos la investigación de la resistividad del suelo y estimamos una resistividad media superficial = 150 Ω m.

6.2.5.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora el tiempo total de eliminación del defecto es de 1s. Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT13 en el tiempo de defecto proporcionado por la compañía son:

$K=78,5$ y $n=0,18$ debido a que el tiempo de defecto es superior a 0,9s.

En el caso de ser el tiempo de defecto menor a 0,9 $\rightarrow K=72$ y $n=1$

El neutro de la red de distribución de Media Tensión está aislado. La intensidad máxima de defecto dependerá de la capacidad entre la red y tierra. Esta capacidad también dependerá también de todas aquellas líneas tanto aéreas como subterráneas que tengan su origen en la misma subestación, ya que en el momento en que se produzca un defecto todas las líneas estarán interconectadas.

En este caso, según datos proporcionados por la compañía, la intensidad máxima de defecto, es de 150 A

6.2.5.3.-Diseño preliminar de la instalación de tierra

6.2.5.3.1.-Tierra de protección

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero pueden estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas.

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Método de cálculo de tierras de UNESA: 60-30/5/44

- Parámetros característicos:

$$K_r=0,071$$

$$K_p=0,0153$$

$$K_c=0,0307$$

- Descripción:

Estará constituido por 4 picas en disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 4 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m y la separación de cada pica y la siguiente será de 4 m mínimo. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 24 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con un cable de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

6.2.5.3.2.- Tierra de servicio

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida será:

- Método de cálculo de tierras de UNESA: 5/44

- Parámetros característicos:

$$K_r=0,0572$$

$$K_p=0,00919$$

- Descripción:

Estará constituido por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 4 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m y la separación de cada pica y la siguiente será de 6 m mínimo. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 24 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con un cable de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω . Con este criterio se consigue que un defecto en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos, no ocasione una tensión elevada.

6.2.5.4.-Cálculo de la resistencia del sistema de tierras

6.2.5.4.1.-Tierra de Protección

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t) y tensión de defecto correspondiente (U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r * \sigma = 0,071 * 150 = 10,65\Omega$$

Donde:

σ Resistencia del terreno (150 Ω .m.)

- Tensión de defecto, Ud:

$$Ud = Id * Rt = 150 * 10,65 = 1597.5 \text{ V}$$

Donde:

Id Intensidad máxima de defecto [A]

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (Ud), por lo que deberá ser como mínimo de 2000 V.

De esta manera se evitara que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro y no afecten a la red de Baja Tensión.

6.2.5.4.2.-Tierra de Servicio

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (Rt) y tensión de defecto correspondiente (Ud), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, Rt:

$$Rt = Kr * \sigma = 0,0572 * 150 = 8,58 \Omega$$

Donde:

σ Resistencia del terreno (150 Ω .m.)

Vemos que es inferior a 37 Ω

6.2.5.5.- Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con esta medida de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán, prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y la resistividad del terreno, por la expresión:

$$Up = Kp * \sigma * Id = 0,0153 * 150 * 150 = 344.25 \text{ V}$$

6.2.5.6.- Cálculo de las instalaciones en el interior de la instalación

El suelo del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo a dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

El edificio prefabricado de hormigón estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10000 Ω a los 28 días de fabricación de las paredes).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$Up_{\text{acceso}} = Ud = Id * Rt = 150 * 10,65 = 1597.5 \text{ V}$$

6.2.5.7.-Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada que se puede aceptar según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n} = \frac{78,5}{1^{0,18}} = 78,5 \text{ V}$$

Donde:

U _{ca}	Tensión máxima de contacto aplicada [V]
K	78,5
n	0,18
t	Duración de la falta [1s]

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{p(external)} = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 \cdot \sigma}{1000} \right) = 10 \frac{78,5}{1^{0,18}} \left(1 + \frac{6 \cdot 150}{1000} \right) = 1491,5 \text{ V}$$

$$U_{p(acceso)} = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma_h}{1000} \right) = 10 \frac{78,5}{1^{0,18}} \left(1 + \frac{3 \cdot 150 + 3 \cdot 3000}{1000} \right) = 8203,25 \text{ V}$$

Donde:

U _p	Tensiones de paso [V]
K	78,5
n	0,18
t	Duración de la falta [1s]
σ	Resistividad del Terreno
σ _h	Resistividad del hormigón [3000 Ω.m.]

Comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

-en el exterior:

$$U_p = 344.25 \text{ V} < U_{p(external)} = 1491,5 \text{ V}$$

-en el acceso al C.T.:

$$U_d = 1597.5 \text{ V} < U_{p(acceso)} = 8203,25 \text{ V}$$

6.2.5.8.-Investigación de tensiones transferibles al exterior

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima D_{min} , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{min} = \frac{\sigma \cdot Id}{2000 \cdot \pi} = \frac{150 \cdot 150}{2000 \cdot \pi} 3.58 \text{ m}$$

6.3.- CALCULOS MECANICOS DE MEDIA TENSIÓN

6.3.1.- Datos Generales de la Instalación

Tensión de línea: 20 kV (Posible ampliación de la línea)
Tensión más elevada de la línea: 24 kV
Velocidad del viento: 120 km/h
Zona: B

CONDUCTOR

Denominación: LA-110
Sección: 116.2 mm²
Diámetro: 14 mm
Carga de Rotura: 4400 Kg.
Módulo de elasticidad: 8200Kg/mm²
Coeficiente de dilatación lineal: 17,8x10⁻⁶
Peso Conductor: 0.43 kg/m

6.3.2.- Vano de regulación

Para cada tramo de línea, el vano de regulación se obtiene del siguiente modo:

$$a_r = \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum a}}$$

En nuestro caso el vano de regulación tendrá un valor:

$$a_r = \sqrt{\frac{30^3 + 125^3 + 125^3 + 125^3}{30 + 125 + 125 + 125}} = 120,56 \text{ m}$$

6.3.3.-Cálculo Cadena Aisladores:

6.3.3.1.- Cálculo Eléctrico

Para obtener el número de aisladores que vamos a utilizar en nuestra cadena de aislamiento tanto de amarre como de suspensión, utilizamos la expresión:

$$n = \frac{NA * Us}{Lf}$$

Siendo:

- n = Número de aisladores por cadena
- NA = nivel Aislamiento según zona
- Us = Tensión más elevada en la línea
- Lf = Longitud de línea de fuga de cada aislador

En nuestro caso emplearemos aisladores U70BS con valores de línea de fuga Lf= 295 mm.

El nivel de aislamiento de la línea es un nivel II con valor de 22 mm/kV.

Para la tensión más elevada emplearemos una tensión de 24 kV para prevenir en el caso de que hubiera un aumento en la línea.

Con estos valores obtenemos:

$$n = \frac{22 * 24}{295} = 1,6 \rightarrow 2 \text{ aisladores}$$

Teniendo en cuenta que hay que añadir a la cadena un aislador adicional como medida de seguridad, las cadenas de aislamiento de la L.A.M.T del P.I. LOS TORRELLARES dispondrán de 3 aisladores.

6.3.3.2.- Calculo Mecánico

Mecánicamente, el coeficiente de seguridad o la rotura de los aisladores “Cs” ha de ser mayor de 3.

El aislador debe soportar las cargas normales que actúan sobre el.

$$Cs = \frac{Qa}{Pv + Pca} > 3$$

Siendo:

- Cs = coeficiente de seguridad de rotura de los aisladores con cargas normales
- Qa = Carga de rotura del aislador (Kg)
- Pv = El esfuerzo vertical transmitido por los conductores al aislador (Kg) (LA-110 = 0,43)
- Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes

$$Cs = \frac{4400}{0,43 + 5,4} = 754,71 > 3$$

6.3.3.3.- Longitud de la Cadena

La Longitud de la cadena Lca será:

$$Lca = NAis \times LAis \text{ (m)}$$

Siendo:

- Lca = Longitud de la cadena (m).
- NAis = número de aisladores de la cadena
- LAis = Longitud de un aislador (m)

En nuestro caso sería:

$$Lca = 3 \times 250 \text{ mm} = 750 \text{ mm}$$

Se tiene que cumplir:

$$Lca \geq 1,1 \times Del$$

Siendo:

- Del = Distancia eléctrica

Por lo que:

$$Lca \geq 1.1 \times 120 \text{ mm} \geq 132 \text{ mm}$$

Cumple la condición de longitud

6.3.3.4.- Peso de la cadena

El peso de la cadena Pca será:

$$Pca = NAis \times PAis \text{ (kg)}$$

Siendo:

- Pca = Peso de la cadena (Kg)
- NAis = número de aisladores de la cadena
- PAis = Peso de un aislador

Por lo que:

$$Pca = 3 \times 1.8 = 5,4 \text{ kg}$$

6.3.3.5.- Distancia de seguridad

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de:

$$5,3 + U/150 \text{ (m)}, \quad \text{mínimo } 7,00\text{m}$$

Siendo:

- U= Tensión de la línea (Kv)

6.3.4.- Tensión máxima de un vano

La tensión máxima en un vano se produce en los puntos de fijación del conductor a los apoyos.

El valor de esta vendrá condicionado por la expresión:

$$T_{\max} \leq \frac{Q}{C_s} = \frac{4400}{3} = 1466.667 \text{ Kg}$$

Siendo:

- T_{\max} = Tensión a soportar
- Q = Condición de carga de rotura
- C_s = Coeficiente de seguridad

La tensión máxima que soportan los apoyos en condiciones de hipotesis, viene determinada por la expresión:

$$T = \sqrt{T_{\max}^2 + \left(\frac{w * a}{2}\right)^2}$$

Siendo:

- T_{\max} = Tensión máxima sin sobrecargas
- w = sobrecargas aplicadas según la hipótesis
- a = a_r , Longitud del vano regulado

6.3.5.- Tensión y flecha de la línea en determinadas condiciones. Ecuación del cambio de condición

Partiendo de una situación inicial en las condiciones de tensión máxima horizontal (T_{0h}), se puede obtener una tensión horizontal final (T_h) en otras condiciones diferentes para cada vano de regulación, y una flecha (F) en esas condiciones finales, para cada vano de ese tramo.

La tensión horizontal en unas condiciones finales dadas, se obtiene mediante las Ecuaciones del Cambio de Condiciones:

$$Th^2 * (Th + A) = B$$

$$C = -Toh + \frac{E * S * w1^2 * a^2}{24 * Toh}$$

$$A = E * S * \alpha * (\theta1 - \theta2) + C$$

$$B = \frac{a^2 * w2^2}{24} * E * S$$

Siendo:

- Th = Tensión horizontal en las condiciones finales consideradas para el vano de regulación (Kg)
- Toh = Tensión Máxima Horizontal (kg)
- E = Modulo de Elasticidad (kg/ mm²)
- S = Sección del conductor (mm²)
- α = Coeficiente de dilatación lineal
- a = a_r vano de regulación
- w1 = Sobrecargas en el estado inicial
- w2 = sobrecargas en el estado final
- $\theta1$ = Temperatura en el estado inicial
- $\theta2$ = Temperatura en el estado final

Obtención de la flecha en las condiciones finales (F), para cada vano de la línea:

$$F = \frac{a^2 * w}{8 * Th}$$

6.3.6.- Sobrecargas

Para el calculo de sobrecargas en el vano habrá que tener en cuenta en el calculo de tensiones, la influencia de las sobrecargas según la hipótesis a calcular.

Dependiendo de la hipótesis las sobrecargas que influyen son:

- Sobrecarga de viento (pv)
- Sobrecarga de hielo (ph)

Para el calculo de estas sobrecargas habrá que añadirle el peso del conductor, en nuestro caso, p = 0.43 kg/m

6.3.6.1.- Sobrecarga de Hielo (ph)

La sobrecarga de Hielo depende de la zona donde este situada la línea.

En nuestro caso dispondríamos de Zona B, altura entre 500 y 1000 m.

Para estas condiciones la sobrecarga de hielo sería:

$$ph = 0.18 * \sqrt{d}$$

Siendo:

- ph = Sobrecarga de Hielo (kg/m)
- d = diámetro del conductor

Realizando los cálculos, obtenemos una sobrecarga de hielo:

$$ph = 0.18 * \sqrt{14} = 0.673 \text{ kg/m}$$

Con lo que la sobrecarga total que afecta al vano sería:

$$wh = p + ph = 1.1 \text{ kg/m}$$

Siendo:

- wh = Sobrecarga total con hielo (kg/m)
- p = peso del conductor (kg/m)

6.3.6.2.- Sobrecarga de Viento (pv)

La sobrecarga de Viento depende del diámetro del conductor instalado en el vano.

En nuestro caso dispondríamos de un conductor de diámetro $d < 16 \text{ mm}$.

Se considera una velocidad del viento de 120 km/h y en el caso de que influya la sobrecarga de hielo esta será de 60 km/h.

$$pv = 60 * \left(\frac{Vv}{120} \right)^2 * d$$

Siendo:

- pv = Sobrecarga de viento (kg/m)
- d = diámetro del conductor (m)

- V_v = velocidad del viento

Realizando los cálculos, obtenemos una sobrecarga de viento:

$$p_v = 60 * \left(\frac{120}{120}\right)^2 * 0.014 = 0.84 \text{ kg/m}, \quad \text{sin condiciones de hielo}$$

$$p_v = 60 * \left(\frac{60}{120}\right)^2 * 0.014 = 0.21 \text{ kg/m}, \quad \text{con condiciones de hielo}$$

Con lo que la sobrecarga total que afecta al vano sería:

$$w_v = \sqrt{p^2 + p_v^2} = 0.94 \text{ kg/m} \quad \text{sin condiciones de hielo}$$

$$w_v = \sqrt{(p + p_h)^2 + p_v^2} = 1.123 \text{ kg/m} \quad \text{con condiciones de hielo}$$

Siendo:

- w_v = Sobrecarga total con viento (kg/m)
- p = peso del conductor (kg/m)
- p_h = sobrecarga con hielo (kg/m)

6.3.7.- Tensión Máxima

Condiciones iniciales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones:

- Zona B:
 $t = -15 \text{ }^\circ\text{C}$
Sobrecarga: hielo (p_h)

Realizando los cálculos indicados anteriormente obtenemos:

$$w_h = 1.1 \text{ kg/m}$$

$$T_o = 1466,66 \text{ kg}$$

6.3.8.- Flecha Máxima

Condiciones iniciales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones:

- Zona B:

- Hipótesis de viento
 $t = + 15\text{ }^{\circ}\text{C}$
Sobrecarga: Viento (pv)

Realizamos Cálculos de Tensión:

$$Th = 1080.997\text{ kg}$$

Realizamos Cálculos de Flecha:

$$F = 1.6\text{ m}$$

- Hipótesis de temperatura
 $t = + 50\text{ }^{\circ}\text{C}$
Sobrecarga: ninguna

Realizamos Cálculos de Tensión:

$$Th = 237\text{ kg}$$

Realizamos Cálculo de Flecha:

$$F = 3.29\text{ m} \quad \text{condición Flecha Máxima}$$

- Hipótesis de hielo
 $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$
Sobrecarga: hielo (ph)

Realizamos Cálculos de Tensión:

$$Toh = 1302.64\text{ kg}$$

Realizamos Cálculo de Flecha:

$$F = 1.54\text{ m}$$

6.3.9.- Flecha Mínima

Condiciones iniciales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones:

- Zona B:

$$t = - 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Sobrecarga: ninguna

Realizamos Cálculos de Tensión:

$$Th = 1146.54 \text{ kg}$$

Realizamos Cálculos de Flecha:

$$F = 0.68 \text{ m} \quad \text{condición Flecha Mínima}$$

6.3.10.- Limite dinámico “EDS”.

$$EDS = \left(\frac{Th}{Qr} \right) * 100 < 15$$

Siendo:

- EDS = Every Day Estress, esfuerzo al cual están sometidos los conductores de una línea la mayor parte del tiempo, correspondiente a la temperatura media o a sus proximidades, en ausencia de sobrecargas
- Th = Componente Horizontal de la tensión, considerando para el cálculo $t^a = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Qr = Carga de Rotura del conductor (kg)

6.3.11.- Distancia mínima apoyo –puestas a tierra

El apoyo a instalar para el suministro eléctrico del P.I. Los Torrellares tendrá que tener una altura mínima:

$$Hu = F + Laisl + Dterreno$$

Siendo:

- Hu = Altura util
- F = Flecha máxima del conductor
- $Laisl$ = Longitud de la cadena de aisladores
- $Dterreno$ = Distancia mínima a la que debe estar la parte más baja del conductor, dependiendo de la situación del terreno donde esté instalado el apoyo.

$$Hu = 3.29 + 0.75 + 7 = 11.04 \text{ m tiene que medir el apoyo}$$

Elegimos un apoyo de H_{total} 14 m teniendo en cuenta la pérdida de altura en el empotramiento.

6.3.12.- Cimentaciones

La altura del empotramiento donde irá incluido el apoyo, se calculará dependiendo de la altura total del apoyo a emplear.

$$h = 1,3 + 0,1 * (Ht - 8)m$$

Siendo:

- h = Altura del empotramiento
- Ht = altura total del apoyo

$$h = 1,3 + 0,1 * (14 - 8) = 1.9 \text{ m}$$

Para saber si la cimentación aguantara la carga soportada por la línea, hay que calcular los momentos de fuerza que tiene que soportar la cimentación

- Momento de vuelco:

$$Mv = F * \left(H + \frac{2}{3} * h \right)$$

Siendo:

- Mv = Momento de vuelco
- F = Fuerza en el pico del apoyo (1760 kg)
- h = Altura del empotramiento
- H = altura total del apoyo

$$Mv = 1,760 * \left(14 + \frac{2}{3} * 1.9 \right) = 26.869$$

- Momento estabilizador:

$$Me = \frac{M1 + M2}{Cs}$$

Siendo:

- Me = Momento estabilizador
- M1 = Momento debido al bloque de hormigón
- M2 = momento en función del peso
- Cs = Coeficiente de seguridad.
1,5 hipótesis normales.
1,2 hipótesis anormales

El momento de vuelco siempre tiene que ser menor que el momento estabilizador:

$$Mv < Me$$

- Momento debido al bloque de hormigón:

$$M1 = \frac{Ch * a * h^3 * tgy}{36}$$

Siendo:

- M1 = Momento debido al bloque de hormigón

- Ch = Coeficiente de compresibilidad de profundidad. Depende del Terreno. (Hormigón $\alpha = 220 \text{ kg/m}^3$)

$$Ch = k * \frac{h}{2} = 220 * \frac{1.9}{2} = 209$$

- h = Altura del empotramiento
- a = anchura de la cimentación
- $tg\gamma = 0.01$

$$M1 = \frac{209 * 1.08 * 1.9^3 * 0.01}{36} = 0.43$$

- Momento estabilizador en función del peso:

$$M2 = 0,4 * a * [Papoyo + \gamma * a^2 * h]$$

Siendo:

- M2 = Momento estabilizador en función del peso
- a = Anchura de la cimentación
- Papoyo = Peso apoyo
- γ = Carga soportada por el material de la cimentación (Hormigón $\alpha = 220 \text{ kg/m}^3$)
- h = Profundidad empotramiento

$$M2 = 0,4 * 1.08 * [2000 + 220 * 1.08^2 * 1.9] = 959.99$$

$$Me = \frac{0.43 + 959.99}{1.5} = 640.28$$

6.4.- CALCULOS ELECTRICOS DE BAJA TENSIÓN

Emplearemos las siguientes formulas:

Sistemas Trifásicos

$$I = \frac{P}{1.732 \times U \times \cos\varphi}$$

$$e = \frac{P \times L}{K \times U \times S}$$

Sistemas Monofásicos

$$I = \frac{P}{U \times \cos\varphi}$$

$$e = 2 \times \frac{P \times L}{K \times U \times S}$$

Siendo:

- P = Potencia de Calculo en Watios
- L = Longitud de Cálculo en metros.
- e = Caída de Tensión en Voltios
- K = Conductividad cableado
- I = Intensidad en Amperios
- U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica o Monofásica)
- S = Sección del conductor en mm²
- Cos φ = Coseno de φ . Factor de Potencia

6.4.1.- Cuadro de B.T. del Transformador nº 1

Características de la red:

Tensión (V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. Max (%): 5

Cos : 1

Coef. Simultaneidad: 0.8

Conductividad Aluminio 20 °C : 35

6.4.1.1.- Línea de Distribución nº 1

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-1	0	0	400	0	390,17	270	270
AD-15	2	0,16	399,84	0,04	0,00	0	270
AD-14	14	1,29	398,71	0,32	0,00	0	270
AD-6	26	3,38	396,62	0,85	0,00	0	270
AD-7	10	4,19	395,81	1,05	0,00	0	270
AD-8	38	7,28	392,72	1,82	0,00	0	270
AD-9	30	9,73	390,27	2,43	390,17	270	270

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.

Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.1.2.- Línea de Distribución nº 2

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-1	0	0	400	0	231,21	160	160
AD-15	2	0,10	399,90	0,02	0,00	0	160
AD-14	14	0,76	399,24	0,19	0,00	0	160
AD-6	26	2,00	398,00	0,50	0,00	0	160
AD-5	50	4,40	395,60	1,10	0,00	0	160
AD-4	12	4,97	395,03	1,24	0,00	0	160
AD-3	36	6,71	393,29	1,68	0,00	0	160
AD-2	30	8,16	391,84	2,04	231,21	160	160

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.

Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.1.3.- Línea de Distribución nº 3

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-1	0	0	400	0	231,21	160	160
AD-15	2	0,10	399,90	0,02	0,00	0	160
AD-14	14	0,76	399,24	0,19	0,00	0	160
AD-6	26	2,00	398,00	0,50	0,00	0	160
AD-5	50	4,40	395,60	1,10	0,00	0	160
AD-4	12	4,97	395,03	1,24	0,00	0	160
AD-3	36	6,71	393,29	1,68	231,21	160	160

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.1.4.- Línea de Distribución nº 4

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-1	0	0	400	0	216,76	150	150
AD-15	2	0,09	399,91	0,02	0,00	0	150
AD-14	14	0,71	399,29	0,18	0,00	0	150
AD-6	26	1,88	398,12	0,47	0,00	0	150
AD-7	10	2,33	397,67	0,58	0,00	0	150
AD-8	38	4,03	395,97	1,01	216,76	150	150

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.2.- Cuadro de B.T. del Transformador nº 2

Características de la red:

Tensión (V): Trifásica 400, Monofásica 230
C.d.t. Max (%): 5
Cos : 1
Coef. Simultaneidad: 0.8
Conductividad Aluminio 20 °C : 35

6.4.2.1.- Línea de Distribución nº 1

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-2	0	0	400	0	361,27	250	250
AD-15	2	0,15	399,85	0,04	0,00	0	250
AD-14	14	1,19	398,81	0,30	0,00	0	250
AD-13	10	1,94	398,06	0,48	0,00	0	250
AD-12	50	5,68	394,32	1,42	0,00	0	250
AD-11	44	9,00	391,00	2,25	0,00	0	250
AD-10	28	11,13	388,87	2,78	361,27	250	250

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.2.2.- Línea de Distribución nº 2

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-2	0	0	400	0	216,76	150	150
AD-15	2	0,09	399,91	0,02	0,00	0	150
AD-14	14	0,71	399,29	0,18	0,00	0	150
AD-13	10	1,16	398,84	0,29	0,00	0	150
AD-12	50	3,40	396,60	0,85	0,00	0	150
AD-11	44	5,38	394,62	1,35	216,76	150	150

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.2.3.- Línea de Distribución nº 3

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-2	0	0	400	0	173,41	120	120
AD-15	2	0,07	399,93	0,02	0,00	0	120
AD-14	14	0,57	399,43	0,14	0,00	0	120
AD-13	10	0,93	399,07	0,23	0,00	0	120
AD-12	50	2,72	397,28	0,68	173,41	120	120

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.2.4.- Línea de Distribución nº 4

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-2	0	0	400	0	361,27	250	250
AD-15	2	0,15	399,85	0,04	0,00	0	250
AD-16	1	0,22	399,78	0,06	14,45	10	250
AD-17	40	3,08	396,92	0,77	0,00	0	240
AD-18	4	3,37	396,63	0,84	0,00	0	240
AD-19	100	10,57	389,43	2,64	346,82	240	240

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.3.- Cuadro de B.T. del Transformador nº 3

Características de la red:

Tensión (V): Trifásica 400, Monofásica 230
C.d.t. Max (%): 5
Cos : 1
Coef. Simultaneidad: 0.8
Conductividad Aluminio 20 °C : 35

6.4.3.1.- Línea de Distribución nº 1

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-3	0	0	400	0	289,02	200	200
AD-36	2	0,12	399,88	0,03	0,00	0	200
AD-35	14	0,95	399,05	0,24	0,00	0	200
AD-24	26	2,50	397,50	0,63	0,00	0	200
AD-25	4	2,74	397,26	0,69	0,00	0	200
AD-26	46	5,50	394,50	1,38	0,00	0	200
AD-27	24	6,95	393,05	1,74	0,00	0	200
AD-28	26	8,52	391,48	2,13	0,00	0	200
AD-29	30	10,35	389,65	2,59	289,02	200	200

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.3.2.- Línea de Distribución nº 2

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-3	0	0	400	0	231,21	160	160
AD-36	2	0,10	399,90	0,02	0,00	0	160
AD-35	14	0,76	399,24	0,19	0,00	0	160
AD-24	26	2,00	398,00	0,50	0,00	0	160
AD-25	4	2,19	397,81	0,55	0,00	0	160
AD-26	46	4,40	395,60	1,10	0,00	0	160
AD-27	24	5,55	394,45	1,39	0,00	0	160
AD-28	26	6,81	393,19	1,70	231,21	160	160

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.3.3.- Línea de Distribución nº 3

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-3	0	0	400	0	173,41	120	120
AD-36	2	0,07	399,93	0,02	0,00	0	120
AD-35	14	0,57	399,43	0,14	0,00	0	120
AD-24	26	1,50	398,50	0,38	0,00	0	120
AD-25	4	1,64	398,36	0,41	0,00	0	120
AD-26	46	3,29	396,71	0,82	0,00	0	120
AD-27	24	4,16	395,84	1,04	173,41	120	120

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.3.4.- Línea de Distribución nº 4

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-3	0	0	400	0	346,82	240	240
AD-36	2	0,14	399,86	0,04	0,00	0	240
AD-35	14	1,14	398,86	0,29	0,00	0	240
AD-24	26	3,01	396,99	0,75	0,00	0	240
AD-25	4	3,29	396,71	0,82	0,00	0	240
AD-26	46	6,61	393,39	1,65	346,82	240	240

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.4.- Cuadro de B.T. del Transformador nº 4

Características de la red:

Tensión (V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. Max (%): 5

Cos : 1

Coef. Simultaneidad: 0.8

Conductividad Aluminio 20 °C : 35

6.4.4.1.- Línea de Distribución nº 1

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-4	0	0	400	0	289,02	200	200
AD-36	2	0,12	399,88	0,03	0,00	0	200
AD-35	14	0,95	399,05	0,24	0,00	0	200
AD-34	4	1,19	398,81	0,30	0,00	0	200
AD-33	46	3,94	396,06	0,98	0,00	0	200
AD-32	24	5,38	394,62	1,35	0,00	0	200
AD-31	26	6,95	393,05	1,74	0,00	0	200
AD-30	30	8,77	391,23	2,19	289,02	200	200

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.4.2.- Línea de Distribución nº 2

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-4	0	0	400	0	216,76	150	150
AD-36	2	0,09	399,91	0,02	0,00	0	150
AD-35	14	0,71	399,29	0,18	0,00	0	150
AD-34	4	0,89	399,11	0,22	0,00	0	150
AD-33	46	2,95	397,05	0,74	0,00	0	150
AD-32	24	4,03	395,97	1,01	0,00	0	150
AD-31	26	5,20	394,80	1,30	216,76	150	150

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.4.3.- Línea de Distribución nº 3

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-4	0	0	400	0	303,47	210	210
AD-36	2	0,13	399,88	0,03	0,00	0	210
AD-35	14	1,00	399,00	0,25	0,00	0	210
AD-34	4	1,25	398,75	0,31	0,00	0	210
AD-33	46	4,13	395,87	1,03	0,00	0	210
AD-32	24	5,65	394,35	1,41	303,47	210	210

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.4.4.- Línea de Distribución nº 4

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-4	0	0	400	0	303,47	210	210
AD-36	2	0,13	399,88	0,03	14,45	10	210
AD-35	14	0,96	399,04	0,24	0,00	0	200
AD-34	4	1,20	398,80	0,30	0,00	0	200
AD-33	46	3,94	396,06	0,99	289,02	200	200

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.5.- Cuadro de B.T. del Transformador nº 5

Características de la red:

Tensión (V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. Max (%): 5

Cos : 1

Coef. Simultaneidad: 0.8

Conductividad Aluminio 20 °C : 35

6.4.5.1.- Línea de Distribución nº 1

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-5	0	0	400	0	361,27	250	250
AD-43	2	0,15	399,85	0,04	0,00	0	250
AD-42	20	1,64	398,36	0,41	0,00	0	250
AD-41	10	2,38	397,62	0,60	0,00	0	250
AD-40	54	6,43	393,57	1,61	361,27	250	250

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.5.2.- Línea de Distribución nº 2

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-5	0	0	400	0	332,37	230	230
AD-43	2	0,14	399,86	0,03	0,00	0	230
AD-42	20	1,51	398,49	0,38	0,00	0	230
AD-41	10	2,19	397,81	0,55	0,00	0	230
AD-40	54	5,91	394,09	1,48	0,00	0	230
AD-39	40	8,69	391,31	2,17	332,37	230	230

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.5.3.- Línea de Distribución nº 3

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-5	0	0	400	0	332,37	230	230
AD-43	2	0,14	399,86	0,03	0,00	0	230
AD-42	20	1,51	398,49	0,38	0,00	0	230
AD-41	10	2,19	397,81	0,55	0,00	0	230
AD-40	54	5,91	394,09	1,48	0,00	0	230
AD-39	40	8,69	391,31	2,17	0,00	0	230
AD-38	40	11,49	388,51	2,87	332,37	230	230

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.5.4.- Línea de Distribución nº 4

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-5	0	0	400	0	37,57	26	26
AD-43	2	0,02	399,98	0,01	37,57	26	26

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x150/95 mm²

6.4.6.- Cuadro de B.T. del Transformador nº 6

Características de la red:

Tensión (V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. Max (%): 5

Cos : 1

Coef. Simultaneidad: 0.8

Conductividad Aluminio 20 °C : 35

6.4.6.1.- Línea de Distribución nº 1

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-6	0	0	400	0	346,82	240	240
AD-64	2	0,14	399,86	0,04	0,00	0	240
AD-63	20	1,57	398,43	0,39	0,00	0	240
AD-52	30	3,72	396,28	0,93	0,00	0	240
AD-51	72	8,91	391,09	2,23	0,00	0	240
AD-50	10	9,64	390,36	2,41	0,00	0	240
AD-49	94	16,53	383,47	4,13	231,21	160	240
AD-48	44	17,62	382,38	4,40	115,61	80	80

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.6.2.- Línea de Distribución nº 2

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-6	0	0	400	0	238,44	165	165
AD-64	2	0,10	399,90	0,02	0,00	0	165
AD-63	20	1,08	398,92	0,27	0,00	0	165
AD-52	30	2,56	397,44	0,64	0,00	0	165
AD-51	72	6,12	393,88	1,53	0,00	0	165
AD-50	10	6,61	393,39	1,65	0,00	0	165
AD-49	94	11,31	388,69	2,83	0,00	0	165
AD-48	44	13,53	386,47	3,38	0,00	0	165
AD-47	22	14,65	385,35	3,66	93,93	65	165
AD-46	30	15,58	384,42	3,89	144,51	100	100

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.6.3.- Línea de Distribución nº 3

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-6	0	0	400	0	354,05	245	245
AD-64	2	0,15	399,85	0,04	0,00	0	245
AD-63	20	1,60	398,40	0,40	0,00	0	245
AD-52	30	3,80	396,20	0,95	0,00	0	245
AD-53	10	4,54	395,46	1,13	0,00	0	245
AD-54	44	7,78	392,22	1,95	0,00	0	245
AD-55	50	11,50	388,50	2,88	151,73	105	245
AD-56	44	13,39	386,61	3,35	202,31	140	140

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.6.4.- Línea de Distribución nº 4

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-6	0	0	400	0	101,16	70	70
AD-64	2	0,04	399,96	0,01	0,00	0	70
AD-63	20	0,46	399,54	0,11	0,00	0	70
AD-52	30	1,08	398,92	0,27	0,00	0	70
AD-53	10	1,29	398,71	0,32	0,00	0	70
AD-54	44	2,21	397,79	0,55	0,00	0	70
AD-55	50	3,26	396,74	0,82	0,00	0	70
AD-56	44	4,18	395,82	1,05	0,00	0	70
AD-57	52	5,28	394,72	1,32	101,16	70	70

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Seccion cableado 3x240/150 mm²

6.4.7.- Cuadro de B.T. del Transformador nº 7

Características de la red:

Tensión (V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. Max (%): 5

Cos : 1

Coef. Simultaneidad: 0.8

Conductividad Aluminio 20 °C : 35

6.4.7.1.- Línea de Distribución nº 1

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-7	0	0	400	0	361,27	250	250
AD-64	2	0,15	399,85	0,04	0,00	0	250
AD-63	20	1,64	398,36	0,41	0,00	0	250
AD-62	10	2,38	397,62	0,60	0,00	0	250
AD-61	44	5,68	394,32	1,42	361,27	250	250

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Sección cableado 3x240/150 mm²

6.4.7.2.- Línea de Distribución nº 2

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-7	0	0	400	0	361,27	250	250
AD-64	2	0,15	399,85	0,04	0,00	0	250
AD-65	1	0,22	399,78	0,06	0,00	0	250
AD-66	62	4,84	395,16	1,21	0,00	0	250
AD-67	50	8,60	391,40	2,15	361,27	250	250

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Sección cableado 3x240/150 mm²

6.4.7.3.- Línea de Distribución nº 3

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-7	0	0	400	0	202,31	140	140
AD-64	2	0,08	399,92	0,02	0,00	0	140
AD-63	20	0,92	399,08	0,23	0,00	0	140
AD-62	10	1,33	398,67	0,33	0,00	0	140
AD-61	44	3,17	396,83	0,79	0,00	0	140
AD-60	50	5,27	394,73	1,32	0,00	0	140
AD-59	44	7,13	392,87	1,78	0,00	0	140
AD-58	46	9,08	390,92	2,27	202,31	140	140

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Sección cableado 3x240/150 mm²

6.4.7.4.- Línea de Distribución nº 4

Nudo	Distancia (m)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t (%)	Amperaje (A)	Carga Nudo(kW)	Carga Tramo(kW)
C.B.T.-7	0	0	400	0	187,86	130	130
AD-64	2	0,08	399,92	0,02	14,45	10	130
AD-65	1	0,11	399,89	0,03	0,00	0	120
AD-66	62	2,33	397,67	0,58	0,00	0	120
AD-67	50	4,12	395,88	1,03	0,00	0	120
AD-68	64	6,43	393,57	1,61	0,00	0	120
AD-69	72	9,05	390,95	2,26	173,41	120	120

Cable Enterrado Bajo Tubo XLPE 0,6/1 kV con diámetro de tubo 225 mm.
Sección cableado 3x240/150 mm²

El Ingeniero Técnico

Fdo: Eduardo Ruiz del Rincón

Zaragoza, Febrero 2014

ANEXO I TABLAS DE CALCULO

TABLAS CARACTERISTICAS APOYOS METÁLICOS

- 5 -

MT-NEDIS 2.23.30 (99-05)

Anexo 1

1.3 Apoyos de perfiles metálicos, según norma NI 52.10.01

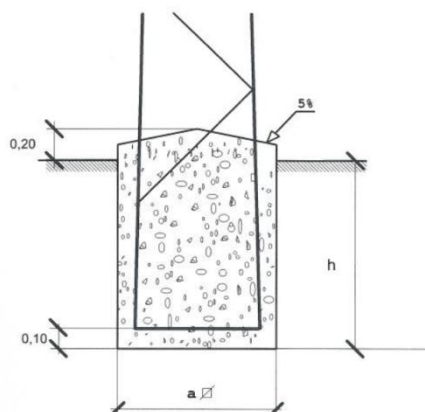


Tabla 1.3
Cimentaciones para apoyos de perfiles metálicos
según norma NI 52.10.01

APOYO	CIMENTACIÓN			
Designación Iberdrola	a m	h m	Vol. excav. m³	Vol. horm. m³
C500- 10E	0,95	1,65	1,49	1,66
C500- 12E	0,99	1,77	1,74	1,92
C500- 14E	1,07	1,85	2,12	2,33
C500- 16E	1,14	1,93	2,51	2,74
C500- 18E	1,22	2,00	2,98	3,25
C1000- 12E	1,00	1,99	1,99	2,14
C1000- 14E	1,08	2,06	2,41	2,58
C1000- 16E	1,15	2,13	2,82	3,01
C1000- 18E	1,23	2,20	3,33	3,55
C1000- 20E	1,30	2,26	3,82	4,07
C1000- 22E	1,39	2,32	4,47	4,76
C2000- 12E	1,00	2,30	2,30	2,44
C2000- 14E	1,08	2,37	2,76	2,93
C2000- 16E	1,15	2,43	3,22	3,41
C2000- 18E	1,24	2,48	3,82	4,04
C2000- 20E	1,31	2,54	4,36	4,61
C2000- 22E	1,39	2,59	5,01	5,30
C3000- 12E	1,00	2,51	2,51	2,66
C3000- 14E	1,09	2,58	3,06	3,23
C3000- 16E	1,16	2,64	3,56	3,75
C3000- 18E	1,25	2,69	4,21	4,44
C3000- 20E	1,32	2,75	4,79	5,05
C3000- 22E	1,41	2,79	5,55	5,85

APOYO	CIMENTACIÓN			
Designación Iberdrola	a m	h m	Vol. excav. m³	Vol. horm. m³
C4500- 12E	1,01	2,75	2,81	2,96
C4500- 14E	1,10	2,82	3,41	3,59
C4500- 16E	1,17	2,89	3,96	4,15
C4500- 18E	1,26	2,94	4,66	4,89
C4500- 20E	1,33	2,99	5,30	5,56
C4500- 22E	1,43	3,03	6,20	6,50
C7000- 12E	1,35	2,84	5,18	5,45
C7000- 14E	1,53	2,87	6,73	7,08
C7000- 16E	1,69	2,91	8,32	8,75
C7000- 18E	1,88	2,93	10,35	10,89
C7000- 20E	2,04	2,96	12,32	12,96
C7000- 22E	2,22	2,98	14,68	15,44
C7000- 24E	2,38	3,00	17,01	17,89
C7000- 26E	2,56	3,02	19,79	20,82
C9000- 12E	1,35	3,02	5,50	5,77
C9000- 14E	1,53	3,06	7,15	7,50
C9000- 16E	1,69	3,09	8,83	9,26
C9000- 18E	1,88	3,11	10,99	11,53
C9000- 20E	2,04	3,14	13,07	13,71
C9000- 22E	2,22	3,16	15,56	16,32
C9000- 24E	2,38	3,18	18,04	18,92
C9000- 26E	2,56	3,20	20,97	22,00

Tabla I – Esfuerzos nominales y coeficientes de seguridad

Esfuerzo Nominal daN	Carga de trabajo mas sobrecarga			Cota d (m)	Coef. de Seg. W	Carga limite especificado			Duración (s)
	(daN)					Carga de ensayo (daN)			
	V	L ó F	T			V(1)	L ó F (2)	T(3)	
500	600 600	500	500	1,50	1,50 1,20	900 720	750+W	600	60
1000	600 600	1000	700	1,50	1,50 1,20	900 720	1500+W	8440	
2000	600 600	2000	1400	1,50	1,50 1,20	900 720	3000+W	1680	
3000	800 800	3000	1400	1,50	1,50 1,20	1200 960	4500+W	1680	
4500	800 800	4500	1400	1,50	1,50 1,20	1200 960	6750+W	1680	
7000	1200 1200	7000	2500	1,50	1,50 1,20	1800 1440	10500+W	3000	
9000	1200 1200	9000	2500	1,50	1,50 1,20	1800 1440	135000+W	3000	

(1) La carga vertical, V, se aplica en el eje del apoyo

Tabla IV
Dimensiones máximas de la base en los apoyos de celosía

Esfuerzo nominal daN	Altura Total m								
	10	12	14	16	18	20	22	24	26
≤ 4500	0,85*0,85	1,00*1,00	1,10*1,10	1,20*1,20	1,25*1,25	1,30*1,30	1,45*1,45	1,60*1,60	1,75*1,75
7000/9000		1,30*1,30	1,55*1,55	1,65*1,65	1,80*1,80	2,00*2,00	2,20*2,20	2,40*2,40	2,60*2,60

Tabla V
Distancias en metros, entre la línea de tierra y la base de los apoyos de las celosías

Esfuerzo nominal daN	Altura en m								
	10	12	14	16	18	20	22	24	26
500	1,30	1,30	1,40	1,40	1,50	1,50	1,60	1,70	1,80
1000	1,60	1,60	1,70	1,70	1,80	1,80	1,80	1,90	2,00
2000	1,60	1,90	1,90	2,00	2,00	2,10	2,10	2,20	2,30
3000	1,70	2,00	2,10	2,20	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60
4500	1,90	2,20	2,30	2,40	2,40	2,50	2,60	2,70	2,70
7000		2,30	2,40	2,50	2,50	2,60	2,60	2,70	2,70
9000		2,50	2,60	2,70	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80

TABLA DE DATOS SOBRE CONDUCTORES

CONDUCTORES DESNUDOS DE ALUMINIO-ACERO

Tabla I
Conductores LA

Designación	Sección		Equivalencia En Cobre mm ²	Diámetro		Composición				Carga de rotura DaN	Resistencia eléctrica a 20°C Ω/km	Masa kg/km	Módulo de elasticidad daN/mm ²	Coeficiente de dilatación lineal °Cx10 ⁻⁶
	mm ²			mm		Alambres de aluminio		Alambres de acero						
	Aluminio	Total		Acero	Total	Nº	Diámetro mm	Nº	Diámetro mm					
LA 56	46,8	54,6	30	3,15	9,45	6	3,15	1	3,15	1640	0,6136	189,1	7900	19,1
LA 110	94,2	116,2	60	6,00	14,00	30	2,00	7	2,00	4310	0,3066	433,0	8000	17,8



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



PROYECTO DE SUMINISTRO ELÉCTRICO PARA POLÍGONO INDUSTRIAL LOS TORRELLARES PLIEGO DE CONDICIONES

AUTOR:

- **E. RUIZ DEL RINCÓN**

**PROYECTO FIN DE
CARRERA**

INDICE

CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSION

1.- OBJETO DEL PROYECTO	6
2.- EJECUCIÓN DEL TRABAJO.	6
2.1.-Replanteo de los apoyos	6
2.2.- Apertura de hoyos	7
2.3.-Transporte, acarreo y acopio a pie de hoyo.....	8
2.4.- Cimentaciones	8
2.4.1.- Arena	9
2.4.2.- Grava	10
2.4.3.-Cemento	10
2.4.4.- Agua	10
2.4.5.- Hormigón	10
2.4.6.- Ejecución de las cimentaciones.....	11
2.5.- Armado e izado de apoyos	13
2.6.- Protección de las superficies metálicas.	14
2.7.- Tendido, tensado y engrapado de los conductores	14
2.7.1.- Colocación de aisladores	14
2.7.2.- Tendido de los conductores.....	14
2.7.3.- Tensado, regulado y engrapado de los conductores.....	16
2.8.- Reposición del terreno.....	18
2.9.- Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico.	18
2.10.-Tomas de tierra.....	18
2.10.1.- Electrodo de difusión.....	18
2.10.2.- Anillo cerrado.....	19
2.10.3.- Comprobación de los valores de resistencias de difusión	19
3.- MATERIALES	19
3.1.- Reconocimiento y admisión de materiales.....	19
3.2.- Apoyos	20
3.3.- Herrajes	20
3.4.- Aisladores.....	20

3.5.- Conductores.....	20
4.- RECEPCIÓN DE OBRA	21
4.1.- Calidad de cimentaciones.....	21
4.2.- Tolerancia de ejecución	

CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELECTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS

1.- PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA	23
2.- ZANJAS.....	24
2.1.- Zanjas en tierra.....	24
2.1.1.- Ejecución.....	24
2.1.2.-Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución	27
2.2.- Zanjas en roca.....	28
2.3.- Zanjas anormales y especiales.....	28
2.4. Roturas de pavimentos	29
2.5. Reposición de pavimentos	29
3.- Cruces (Cables Entubados)	29
3.1.- Materiales	30
3.2.- Dimensiones y características generales de ejecución.	31
3.3.- Características particulares de ejecución de cruzamiento y paralelismo con determinado tipo de instalaciones.	32
4.- TENDIDO DE CABLES	33
4.1.-Tendido de cables en zanja abierta.....	33
4.1.1.-Manejo y preparación de bobinas.....	33
4.1.2.- Tendido de cables.....	34
4.2.- Tendido de cables en galería o tubulares	36
4.2.1.- Tendido de cables en tubulares	36
4.2.2.- Tendido de cables en galería	37
5.- MONTAJES.....	37
5.1.- Empalmes	37
5.2.- Botellas terminales	37
5.3.- Autoválvulas y seccionadores	38
5.4.- Herrajes y conexiones.	38
5.5.- Colocación de soportes y palomillas.....	39
5.5.1.- Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón	39

5.5.2.- Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.	39
6.- Varios	39
6.1.- Colocación de cables en tubos y engrapados en columna (entronques aéreos- subterráneos para M.T.).....	39
7.- TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES	

CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE INTERIOR PREFABRICADOS

1.- OBJETO	41
2.- OBRA CIVIL	41
2.1.- Emplazamiento	41
2.2.- Excavación	41
2.3.- Acondicionamiento	42
2.4.-Edificio prefabricado de hormigón	42
2.5.- Evacuación y extinción del aceite aislante.....	44
2.6.- Ventilación	44
3.- INSTALACION ELECTRICA	44
3.1.- Aparamenta A.T.	44
3.2.- Transformadores.....	47
3.3.- Equipo de medida.....	47
3.4.- Acometidas Subterráneas	48
3.5.- Alumbrado.....	48
3.6.- Puesta a tierra	49
4.- NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES	50
5.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS	50
6.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.	51
6.1.- Prevenciones generales	51
6.2.- Puesta en servicio	52
6.3.- Separación de servicio.....	52
6.4.- Mantenimiento	52
7.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.	53
8.- LIBRO DE ÓRDENES	53
9.- RECEPCIÓN DE LA OBRA	

CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

1.- OBJETO.....	55
2.- CAMPO DE APLICACIÓN	55
3.- EJECUCIÓN DEL TRABAJO	55
3.1.- Trazado.....	55
3.2.- Apertura de zanjas.....	56
3.3. Canalización	57
3.3.1.- Zanja.....	57
3.3.2.- Cruzamientos y paralelismos.	59
3.4.- Transporte de bobinas y cables	61
3.5.- Tendido de cables.....	61
3.6.- Protección mecánica.....	63
3.7.- Señalización	63
3.8.- Identificación.....	64
3.9.- Cierre de zanjas	64
3.10.- Reposición de pavimentos.....	64
3.11.- Puesta a tierra	65
3.12.- Montajes diversos.....	65
3.12.1.- Armarios de distribución.....	65
4.- MATERIALES	65
5.- RECEPCIÓN DE LA OBRA.....	66
CONSIDERACIONES FINALES	67

CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN

1.- OBJETO DEL PROYECTO

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de las líneas aéreas de 3ª categoría, especificadas en el proyecto.

Estas obras se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de las líneas aéreas de alta tensión hasta 25 kV con apoyos metálicos y de hormigón.

2.- EJECUCIÓN DEL TRABAJO.

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme al reglamento.

2.1.-Replanteo de los apoyos

Como referencia para determinar la situación de los ejes de las cimentaciones, se dará a las estaquillas la siguiente disposición:

- Una estaquilla para los apoyos de madera.
- Tres estaquillas para todos los apoyos que se encuentren en alineación, aun cuando sean de amarre.
- Cinco estaquillas para los apoyos de ángulo; las estaquillas se dispondrán en cruz según las direcciones de las bisectrices del ángulo que forma la línea y la central indicará la proyección vertical del apoyo.

Se deberán tomar todas las medidas con la mayor exactitud, para conseguir que los ejes de las excavaciones se hallen perfectamente situados y evitar que haya necesidad de rasgar las paredes de los hoyos.

2.2.- Apertura de hoyos

- Excavación: Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los apoyos, en cualquier clase de terreno. Este trabajo comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean necesarios en cada caso para su ejecución.
- Explanación: Comprende la excavación a cielo abierto, con el fin de dar salida a las aguas y nivelar el terreno en el que se coloca el apoyo, comprendiendo el suministro de explosivos, herramientas y cuantos elementos sean necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto. Las paredes de los hoyos serán verticales.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones de los fosos para las cimentaciones deberán ejecutarse de forma que no queden fosos abiertos a una distancia de mas de 3 km para las líneas con apoyos metálicos y a 1 km para las líneas de hormigón y madera, por delante del equipo encargado del hormigonado o del equipo encargado de levantar los apoyos según queden o no hormigonados los apoyos.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen con derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas. En el caso de que penetrase agua en fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

Cuando se efectúen trabajos de desplazamiento de tierras, la capa vegetal será separable de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de esta forma su estado de suelo natural. La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno del foso, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que circunde el apoyo. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm, como mínimo, por fuera de la excavación, prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante, con el fin de que los montones del apoyo no queden recubiertos de tierra.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimientos en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

Cuando se empleen explosivos para la apertura de los fosos, su manipulación, almacenaje, transporte, etc. Deberá ajustarse en todo a las disposiciones vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajos. En la excavación con empleo de explosivos, el contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista. Igualmente se cuidará que la roca no sea dañada, debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no formen bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

2.3.-Transporte, acarreo y acopio a pie de hoyo

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se tendrá especial cuidado en su manipulación ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los perfiles que lo componen, en cuyo caso deberán ser reparados antes de su izado o armado.

Los apoyos de hormigón se transportan en góndolas por carretera hasta el Almacén de Obra y desde ese punto con carros especiales o elementos apropiados hasta el pie del hoyo.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca.

2.4.- Cimentaciones

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones, incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas así como la correcta nivelación de los mismos.

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo al proyecto. Se empleará un hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/cm^2 .

El armado del hormigón se hará con hormigonera o si no sobre chapas metálicas, procurando que la mezcla sea lo mas homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

Para los apoyos metálicos, los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm. como mínimo en terrenos normales, y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

2.4.1.- Arena

Puede proceder de ríos, arroyos y canteras. Debe ser limpia y no contener impurezas orgánicas, arcillosas, carbón, escorias, yeso, mica o feldespato. Se dará preferencia la arena cuarzosa, la de origen calizo, siendo preferibles las arenas de superficie áspera o angulosa.

La determinación de la cantidad de arcilla se comprobará según el ensayo siguiente: De la muestra del árido mezclado se separará con el tamiz de 5 mm 100 cm^3 de arena, los cuales se verterán en una probeta de vidrio graduado hasta 300 cm^3 . Una vez llena de agua hasta la marca de 150 cm^3 se agitará fuertemente tapando la boca con la mano; hecho esto se dejará sedimentar durante una hora. En estas condiciones el volumen aparente de arcilla no superará el 8%.

La proporción de materias orgánicas se determina mezclando 100 cm^3 de arena con una solución de sosa al 3% hasta completar los 150 cm^3 . Después de 24 horas, el líquido deberá quedar sin coloración, o presentar como máximo un color amarillo pálido.

Los ensayos de las arenas se harán sobre mortero de la siguiente dosificación (en peso):

1 parte de cemento

3 partes de arena

Esta probeta de mortero conservada en agua durante siete días deberá resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre los 12 y los 14 kg/cm^2 . Toda arena que sin contener materias orgánicas no resista el esfuerzo de tracción anteriormente indicado, será desechada.

En obras de pequeña importancia, se puede emplear el procedimiento siguiente para determinar la calidad de la arena: se toma un poco de arena y se aprieta con la mano, si es silíceo y limpia debe crujir. La mano ha de quedar, al tirar la arena, limpia de arcilla y barro.

2.4.2.- Grava

Podrá proceder de canteras o de graveras de río, y deberá estar limpia de materiales extraños como limo o arcilla, no conteniendo más de un 3 % en volumen de cuerpos extraños inertes.

Se prohíbe el empleo de revoltón, piedra y arena unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos. Deberá ser de tamaño comprendido entre 2 y cm., no admitiéndose piedras ni bloques de mayor tamaño.

2.4.3.-Cemento

Se empleará cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento existentes en el mercado, en envases de papel de 50 kg neto.

En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

Previa autorización de la Dirección Técnica podrán utilizarse cementos especiales, en aquellos casos que lo requieran.

2.4.4.- Agua

Son admisibles, sin necesidad de ensayos previos, todas las aguas que sean potables y aquellas que procedan de ríos o manantiales, a condición de que su mineralización no sea excesiva.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy caradas de sales carbonosas o selenitosas.

2.4.5.- Hormigón

El amasado de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer procedimiento; en el segundo caso se hará sobre chapa metálica de suficientes dimensiones para evitar que se mezcle con la tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena, añadiéndose a continuación la grava, y entonces se le dará una vuelta a la mezcla, debiendo quedar ésta de color uniforme; si así no ocurre, hay que volver a dar otras vueltas hasta conseguir la uniformidad; una vez conseguida se añadirá a continuación el agua necesaria antes de verter al hoyo.

Se empleará hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/m^3 . La composición normal de la mezcla será:

Cemento: 1

Arena: 3

Grava: 6

La dosis de agua no es un dato fijo, y varía según las circunstancias climatológicas y los áridos que se empleen.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde troncocónico de 30 cm de altura y bases de 10 y 20 cm de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura H del montón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

Consistencia	H (cm)
Seca	30 a 28
Plástica	28 a 20
Blanda	20 a 15
Fluida	15 a 10

En la prueba no se utilizará árido de mas de 5 cm.

2.4.6.- Ejecución de las cimentaciones

La ejecución de las cimentaciones se realizará de acuerdo con el proyecto.

Los encofrados serán mojados antes de empezar el hormigonado. En tiempos de heladas deberán suspenderse los trabajos de hormigonados; no obstante, si la urgencia de la obra lo requiere, puede proseguirse el hormigonado, tomando las debidas precauciones, tales como cubrir el hormigón que está fraguando por medio de sacos, paja, etc.

Cuando sea necesario interrumpir un trabajo de hormigonado, al reanudar la obra, se lavará la parte construida con agua, barriéndola con escobas metálicas y cubriendo después la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido.

Los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm, como mínimo, en terrenos normales, y 20 cm en terreno de cultivo. La superficie de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo, como vierte-aguas. Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir unos 30 cm bajo el nivel del suelo y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

La manera de ejecutar la cimentación será la siguiente:

- Se echará primeramente una capa de hormigón seco fuertemente apisonada, de 25 cm de espesor, de manera que teniendo el poste un apoyo firme y limpio, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón.
- Al día siguiente se colocará sobre el la base del apoyo o el apoyo completo, según el caso, nivelándose cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo, en el primer caso, o bien, se aplomará el apoyo completo, en el segundo caso, inmovilizando dichos apoyos por medio de vientos.
- Cuando se trate de apoyos de ángulo o final de línea, se dará a la superficie de la base o al apoyo una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de las fuerzas producidas por los conductores.
- Después se rellenara de hormigón el foso, o bien se colocará el encofrado en las que sea necesario, vertiendo el hormigón y apisonándolo a continuación.
- Al día siguiente de hormigonada la fundación, y en caso de que tenga encofrado lateral, se retirará éste y se rellenará de tierra apisonada el hueco existente entre el hormigón y el foso.
- En los recorridos, se cuidará la verticalidad de los encofrados y que éstos no se muevan durante su relleno. Estos recorridos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

2.5.- Armado e izado de apoyos

Los trabajos comprendidos en este párrafo son el armado, izado y aplomado de los apoyos, incluido la colocación de crucetas y el anclaje, así como el instrumental y todos los medios necesarios para esta operación.

Antes del montaje en serie de los apoyos, se deberá realizar un muestreo (de al menos el 10 %) montándose estos con el fin de comprobar si tienen error sistemático de construcción que convenga ser corregido por el constructor de los apoyos.

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales y presillas. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesiten su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará a la Dirección Técnica.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Solo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra. En el caso de rotura de barras y rasgado de taladros, por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de proceder al cambio de los elementos rotos, previa autorización de la Dirección Técnica.

El criterio de montaje del apoyo será el adecuado al tipo del mismo, y una vez instalado dicho apoyo, deberá quedar vertical, salvo en los apoyos de fin de línea o ángulo, que se le dará una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores. En ambas posiciones se admitirá una tolerancia del 0,2 %.

El procedimiento de levante será determinado por el Contratista, el cual deberá contar con la aprobación de la Dirección Técnica. Todas las herramientas que se utilicen en el izado, se hallarán en perfectas condiciones de conservación y serán las adecuadas.

Los postes metálicos o de hormigón con cimentación, por tratarse de postes pesados, se recomienda que sean izados con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste.

El izado de los apoyos de hormigón sin cimentación se efectuará con medios mecánicos apropiados, no instalándose nunca en terrenos con agua. Para realizar la sujeción del apoyo se colocará en el fondo de la excavación un lecho de piedras. A continuación se realizará la fijación del apoyo, bien sobre toda la profundidad de la excavación, bien colocando tres coronas de piedra formando cuñas, una en el fondo de la excavación, la segunda a la mitad de la misma y la tercera a 20 cm, aproximadamente, por debajo del nivel del suelo. Entre dichas cuñas se apisonará convenientemente la tierra de excavación.

Una vez terminado el montaje del apoyo, se retirarán los vientos sustentadores, no antes de 48 horas.

Después de su izado y antes del tendido de conductores, se apretarán los tornillos dando a las tercas la presión correcta. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca.

2.6.- Protección de las superficies metálicas.

Todos los elementos metálicos deben ser galvanizados por inmersión.

2.7.- Tendido, tensado y engrapado de los conductores

Los trabajos comprendidos en este párrafo son los siguientes:

- Colocación de los aislantes y herrajes de sujeción de los conductores.
- Tendido de los conductores, tensado inicial, regulado y engrapado de los mismos.

Comprende igualmente el suministro de herramientas y demás medios necesarios para estas operaciones, así como su transporte a lo largo de la línea.

2.7.1.- Colocación de aisladores

La manipulación de aisladores y de los herrajes auxiliares de los mismos se hará con el mayor cuidado.

Cuando se trate de cadenas de aisladores, se tomarán todas las precauciones para que éstos no sufran golpes, ni entre ellos ni contra superficies duras, y su manejo se hará de forma que no flexen.

En el caso de aisladores rígidos se fijará el soporte metálico, estando el aislador en posición vertical invertida.

2.7.2.- Tendido de los conductores

No se comenzará el tendido de un cantón si todos los postes de este no están recepcionados. De cualquier forma, las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y amarre, salvo indicación en contrario de la Dirección Técnica.

El tendido de los conductores debe realizarse de tal forma que se eviten torsiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces en el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptibles de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

Antes del tendido se instalarán los pórticos de protección para cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc.

Para el tendido se instalaran poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el rozamiento sea mínimo.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arrastramiento, para evitar deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En particular en los apoyos de ángulo y anclaje.

Se dispondrá, al menos, de un número de poleas igual a tres veces el número de vanos del canto más grande. Las gargantas de las poleas de tendido serán de aleación de aluminio, madera o teflón y su diámetro como mínimo 20 veces el del conductor.

Cuando se haga el tendido sobre vías de comunicación, se establecerán protecciones especiales, de carácter provisional, que impida la caída de dichos conductores sobre las citadas vías, permitiendo al mismo tiempo el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas. En caso de cruce con otras líneas (A.T., B.T. o de comunicaciones) también deberán disponerse de protecciones necesarias de manera que exista la máxima seguridad y que no se dañen los conductores durante el cruce.

Cuando hay que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales con el fin de que el tiempo de corte se reduzca al mínimo y no se cortarán hasta que todo esté preparado.

Cuando el cruzamiento sea con una línea eléctrica (A.T. y B.T.), una vez conseguido del propietario de la línea de corte, se tomaran las siguientes precauciones:

- Comprobar que estén abiertas, con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre intempestivo.
- Comprobar el enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.
- Reconocimiento de la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.

- Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando las zonas de trabajo.

Para poder cumplimentar los puntos anteriores, el Contratista deberá disponer, y hacer uso, de detectores de A.T. adecuados y de tantas puestas a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión.

Si existe arbolado que pueda dañar a los conductores, y estos a su vez a los árboles, dispondrán de medios especiales para que esto no ocurra.

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño al conductor, el Contratista deberá desplazar a un operario con los medios necesarios para que aquél no sufra daños.

Si durante el tendido se producen roturas de venas del conductor, el Contratista deberá consultar con la Dirección Técnica la clase de reparación que se debe ejecutar.

Los empalmes de los conductores podrán efectuarse por el sistema de manguitos de torsión, máquinas de husillo o preformados, según indicación previa de la Dirección Técnica y su colocación se hará de acuerdo con las disposiciones contenidas en el vigente Reglamento Técnico de Líneas Aéreas de Alta Tensión. Todos los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente para asegurar la perfecta limpieza de las superficies a unir, no debiéndose apoyar sobre la tierra estas superficies limpias, para lo que se recomienda la utilización de tomas.

El Contratista será el responsable de las averías que se produzcan por la no observancia de estas prescripciones.

2.7.3.- Tensado, regulado y engrapado de los conductores.

Previamente al tensado de los conductores, deberán ser venteados los apoyos primero y último del cantón, de modo que se contrarresten los esfuerzos debidos al tensado.

Los mecanismos para el tensado de los cables podrán ser los que el Contratista estime, con la condición de que se coloquen a distancia conveniente del apoyo de tense, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes de los cables a su paso por la polea no sea inferior a 150°.

La Dirección Técnica facilitará al Contratista, para cada cantón, el vano de regulación y las flechas de este vano para las temperaturas habituales en esa época, indicando los casos en que la regulación no pueda hacerse por tablillas y sea necesario el uso de taquímetro.

Antes de regular el cable se medirá su temperatura con un termómetro de contacto, poniéndolo sobre el cable durante 5 minutos.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, la altura mínima de los conductores, en el caso mas desfavorable de toda la línea, indicando la temperatura a la que fue medida. Iguaes datos facilitará en todos los vanos de cruzamiento.

El afino y comprobación del regulado se realizará siempre por la flecha.

En el caso de cantones de varios vanos, después del tensado y regulado de los conductores, se mantendrán éstos sobre las poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable. Entonces se procederá a la realización de los anclajes y luego se colocarán los conductores sobre las grapas de suspensión.

Si una vez engrapado el conductor se comprueba que la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la flecha no es la que debería resultar, so volverá a engrapar, y si el conductor no se ha dañado se cortará el trozo que la Dirección Técnica marque, ejecutándose los manguitos correspondientes.

En los puentes flojos deberán cuidar su distancia a masa y la verticalidad de los mismos, así como su homogeneidad. Para los empalmes que se ejecuten en los puentes flojos se utilizarán preformados.

Si hubiera alguna dificultad para encajar entre sí o con el apoyo algún elemento de los herrajes, éste no deberá ser forzado con el martillo y debe ser cambiado por otro.

Al ejecutar el engrapado en las cadenas de suspensión, se tomarán las medidas necesarias para conseguir un aplomado perfecto. En el caso de que sea necesario correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas, este desplazamiento no se hará a golpe de martillo u otra herramienta; se suspenderá el conductor, se dejará libre la grapa y ésta se correrá a mano hasta donde sea necesario.

La suspensión del cable se hará, o bien por medio de una grapa, o por cuerdas que no dañen el cable.

El apretado de los estribos se realizará de forma alternativa para conseguir una presión uniforme de la almohadilla sobre el conductor, sin forzarla, ni menos romperla.

El punto de apriete de la tuerca será el necesario para comprimir la arandela elástica.

2.8.- Reposición del terreno

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza, o retiradas a vertederos en caso contrario, todo lo cual será a cargo del Contratista.

Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el Director de Obra.

2.9.- Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico.

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la dada por el Director de Obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa de señalización de “Riesgo eléctrico” se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo. Deberá cumplir las características señaladas en la Recomendación UNESA 0203.

2.10.-Tomas de tierra.

El trabajo detallado en este epígrafe comprende la apertura y cierre del foso y zanja para la hincada de electrodos (o colocación del anillo), así como la conexión del electrodo, o anillo, al apoyo a través del macizo de hormigón.

Podrá efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes: Electrodo de difusión o Anillos cerrados. Cuando los apoyos soporten interruptores, seccionadores u otros aparatos de maniobra, deberán disponer de tomas de tierra de tipo de anillos cerrados.

2.10.1.- Electrodo de difusión.

Cada apoyo dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios para obtener una resistencia de difusión no superior a 20 ohmios, los cuales se conectarán entre sí y al apoyo por medio de un cable de cobre de 35 mm² de sección cada uno.

Al pozo de cada electrodo se le dará una profundidad tal que el extremo superior de cada uno, ya hincado, quede como mínimo a 0,50 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre los electrodos y el apoyo.

Los electrodos deben quedar aproximadamente a unos 80 cm. del macizo de hormigón. Cuando sean necesarios más de un electrodo, la separación entre ellos será, como mínimo, vez y media la longitud de uno de ellos, pero nunca quedarán a mas de 3 m del macizo de hormigón.

2.10.2.- Anillo cerrado

La resistencia de difusión no será superior a 20 ohmios, para la cual se dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios con un mínimo de dos electrodos.

El anillo de difusión estará realizado con cable de cobre de 35 mm², pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm² de sección cada uno. Igual naturaleza y sección tendrán los conductores de conexión al apoyo.

El anillo estará enterrado a 50 cm de profundidad y de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m, como mínimo, de las aristas del macizo de cimentación.

2.10.3.- Comprobación de los valores de resistencias de difusión

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, los valores de resistencia de puesta a tierra de todos y cada uno de los apoyos.

3.- MATERIALES

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

3.1.- Reconocimiento y admisión de materiales

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

3.2.- Apoyos

Los apoyos de hormigón cumplirán las características señaladas en la Recomendación UNESA 6703 y en la Norma UNE 21080. Llevarán borne de puesta a tierra.

Los apoyos metálicos estarán contruidos con perfiles laminados de acero de los seleccionados en la Recomendación UNESA 6702 y de acuerdo con la Norma 36531-1ª R.

3.3.- Herrajes

Serán del tipo indicado en el Proyecto. Todos estarán galvanizados.

Los soportes para aisladores rígidos responderán a la Recomendación UNESA 6626.

Los herrajes para las cadenas de suspensión y amarre cumplirán con las Normas UNE 21009, 21073 y 21124-76.

En donde sea necesario adoptar disposiciones de seguridad se emplearán varillas preformadas de acuerdo con la Recomendación UNESA 6617.

3.4.- Aisladores

Los aisladores rígidos responderán a la Recomendación UNESA 6612.

Los aisladores empleados en las cadenas de suspensión o anclaje responderán a las especificaciones de la Norma UNE 21002.

En cualquier caso el tipo de aislador será el que figura en el Proyecto.

3.5.- Conductores

Serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con la Recomendación UNESA 3403 y con las especificaciones de la Norma UNE 21016.

4.- RECEPCIÓN DE OBRA

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta el Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El Director de Obra, contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

4.1.- Calidad de cimentaciones

El Director de Obra podrá encargar la ejecución de probetas de hormigón de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, con objeto de someterlas a ensayos de compresión. El Contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

4.2.- Tolerancia de ejecución

- Desplazamientos de apoyos sobre su alineación.

Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a $D/100 + 10$, expresada en centímetros.

- Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista.

No debe suponer aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento y no deben aparecer riesgos de ahorcamientos, ni esfuerzos longitudinales superiores a los previstos en alineación.

➤ Verticalidad de los apoyos.

En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2 % sobre la altura del apoyo. En los demás igual tolerancia sobre la posición definida en el apartado 2.5.

➤ Tolerancia de Regulación.

Los errores admitidos en las flechas serán:

De $\pm 2,5$ % en el conductor que se regula con respecto a la teórica.

De $\pm 2,5$ % entre dos conductores situados en planos verticales.

De ± 4 % entre dos conductores situados en planos horizontales.

Estos errores se refieren a los apreciados antes de presentarse la afluencia. Dicho fenómeno sólo afecta al primero de los errores, o sea, la flecha real de un conductor con relación a la teórica, por lo que deberá tenerse presente al comprobar las flechas al cabo de un cierto tiempo del tendido.

CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS

1.- PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de cómo realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales, como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismo, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riesgo, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. Que normalmente se puedan apreciar por registros en vías públicas
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas, para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización de acuerdo con las normas municipales, así como los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista en la obra antes de dar comienzo la misma.

2.- ZANJAS

2.1.- Zanjas en tierra

2.1.1.- Ejecución

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas
- b) Suministro y colocación de protección de arena
- c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo
- d) Colocación de la cinta de Atención al cable.
- e) Tapado y apisonado de las zanjas
- f) Carga y transporte de las tierras sobrantes
- g) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en espacios de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo mas rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticalmente hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

b) Suministro y colocación de protección de arena

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas. Para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente,

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. De espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. De arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. Entre ellos.

d) Colocación de la cinta de Atención al cable.

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos Atención a la existencia de cables, tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

e) Tapado y apisonado de las zanjas

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm de forma manual y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de Atención a la existencia de cables, se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que realizarse.

f) Carga y transporte de las tierras sobrantes

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el Contratista y llevadas al vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

g) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

2.1.2.-Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución

2.1.2.1.- Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura Media y profundidad 1,10 m, tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

La separación mínima entre ejes de cables tripolares, o de cables unipolares, componentes de distinto circuito, deberá ser 0,20 m. separados por un ladrillo, o de 25 cm. entre capas externas sin ladrillo intermedio.

La distancia entre capas externas de los cables unipolares de fase será como mínimo de 8 cm, con un ladrillo o rasilla colocado de canto entre cada dos de ellos a todo lo largo de las canalizaciones.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 1 m. de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,70 m. deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la Obra.

2.1.2.2.- Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

- a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.
- b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
- c) Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm. En la proyección horizontal de ambos.

- d) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicaciones, alumbrado público, etc. El cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. De los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasara a 150 cm. cuando el soporte este sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte prolongada una longitud de 50cm., a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de Obra.

2.1.2.3 Zanja con más de una banda horizontal

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá colocarse a la profundidad que les corresponda y llevarán su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja mas alejado de las viviendas y los de baja tensión en el lado mas próximo a las mismas.

De este modo se logrará una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado a los planos del proyecto.

2.2.- Zanjas en roca

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

2.3.- Zanjas anormales y especiales

La separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito deberá ser de 0,20 separados por un ladrillo o de 0,25 m entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes del cable externo y la pared de la zanja de 0,10 m; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar situaciones anormales (galerías, pozos, cloacas...). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

2.4. Roturas de pavimentos

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) La rotura del pavimento con maza está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia.
- b) En el caso en el que el pavimento este formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán estos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

2.5. Reposición de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo mas igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo losas de piedra, bordillo de granito y similares.

3.- Cruces (Cables Entubados)

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

- a) Para el cruce con calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- b) En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- c) En los lugares en donde por diversas causas no deba dejarse la zanja abierta.
- d) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicaciones del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

3.1.- Materiales

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. Provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la mas apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

- b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.
- c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.
- d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones será de 10 a 60 mm. Con granulometría apropiada.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea, piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

- e) AGUA- Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.
- f) MEZCLA- La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

3.2.- Dimensiones y características generales de ejecución.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se queda de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. Deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 o 20 m, según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para posteriores intervenciones, según indicaciones del Superviso de Obra.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se echa previamente solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre si unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admiten ángulos inferiores a 90 ° y aun estos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas solo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no deba haber tránsito rodado, si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzaran marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará de arena hasta tapar el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de modo que permita las filtraciones del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

3.3.- Características particulares de ejecución de cruzamiento y paralelismo con determinado tipo de instalaciones.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m. y a una profundidad mínima de 1,30 m. con respecto a la cara inferior de las travessías. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de una conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 3 mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m. de un empalme del cable.

En el paralelismo entre el cable de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- 0.50 m. para gaseoductos
- 0.30m para otras conducciones.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0.50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 m. de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicaciones, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicaciones subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir una distancia mínima en proyección sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0.50 m. en los cables interurbanos o a 0.30m. en los cables urbanos.

4.- TENDIDO DE CABLES

4.1.-Tendido de cables en zanja abierta

4.1.1.-Manejo y preparación de bobinas

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

4.1.2.- Tendido de cables

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm^2 en cables trifásicos y a 5 kg/mm^2 para cables unipolares, ambos casos son conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menos de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufran golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en todo su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando terna, la identificación es más dificultosa y por ello es más importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

- b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesiva y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

4.2.- Tendido de cables en galería o tubulares

4.2.1.- Tendido de cables en tubulares

Cuando el cable se tienda a mano o con cabestrantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasara por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUCES (cables entubados)).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable del tubo quitando las vueltas que sobren.

4.2.2.- Tendido de cables en galería

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado Colocación de Soportes y Palomillas.

Antes de empezar el tendido se dedicará el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

5.- MONTAJES

5.1.- Empalmes

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como no realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

5.2.- Botellas terminales

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior en Empalmes.

5.3.- Autoválvulas y seccionadores

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayos se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm^2 de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia a tierra inferior a 20Ω .

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento de mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0.60 m emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

5.4.- Herrajes y conexiones.

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cables.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

5.5.- Colocación de soportes y palomillas

5.5.1.- Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

5.5.2.- Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

6.- Varios

6.1.- Colocación de cables en tubos y engrapados en columna (entronques aéreos-subterráneos para M.T.)

Los tubos serán de poliéster y se colocarán de forma que no dañen a los cables y queden fijos a la columna, poste u obra de fábrica, sin molestar el tránsito normal de la zona, con 0,50 m. aproximadamente bajo el nivel del terreno, y 2,50 m. sobre él. Cada cable unipolar de M.T. pasará por un tubo.

El engrapado del cable se hará en tramos de uno o dos metros, de forma que se repartan los esfuerzos sin dañar el aislante del cable.

El taponado del tubo será hermético y se hará con un capuchón de protección de neopreno o en su defecto, con cinta adhesiva o de relleno, pasta que cumpla su misión de taponar, no ataque el aislamiento del cable y no se estropee o resquebraje con el tiempo para los cables con aislamiento seco. Los aislamientos de papel se taponarán con un rollo de cinta adaptado a los diámetros del cable y del tubo.

7.- TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE INTERIOR PREFABRICADOS

1.- OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación, así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

2.- OBRA CIVIL

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte

2.1.- Emplazamiento

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de agua conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanqueidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

2.2.- Excavación

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto-

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

2.3.- Acondicionamiento

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.
- Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.
- Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

2.4.-Edificio prefabricado de hormigón

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que impliquen el material.
- Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.
- También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registrados para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.

- Los muros prefabricados de hormigón podrán estar contruidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la cólera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanqueidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanqueidad.
- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para la cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que estos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre si mediante soldadura eléctrica. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad de éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberán disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre si, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

2.5.- Evacuación y extinción del aceite aislante.

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de carios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

2.6.- Ventilación

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

3.- INSTALACION ELECTRICA

3.1.- Aparamenta A.T.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo “modular”. De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF₆) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF₆ confiere a la apartamentación sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en SF₆ resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente,

Las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del centro de transformación, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la apartamentación previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamentación bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independientemente del operador.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexas mediante tornillos.

- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termorretráctiles para cables de papel impregnado.
- Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (U_n):

$U_n \leq 20 \text{ kV}$

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 50 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 60 kV
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 125 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 145 kV

$20 \text{ kV} < U_n \leq 30 \text{ kV}$

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 70 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 170 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

3.2.- Transformadores

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del centro,

Los transformadores, para mejorar ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

3.3.- Equipo de medida

Cuando el centro de transformación sea tipo “abonado”, se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm² de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm² para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubo de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

Las tierras de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente a cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de Protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

3.4.- Acometidas Subterráneas

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disponibilidad de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

3.5.- Alumbrado

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

3.6.- Puesta a tierra

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separaciones de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT
- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm².
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm². La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.

- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

4.- NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en partículas las de la compañía suministradora de la electricidad.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el D.O., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

5.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplan las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación
- Resistencia del sistema de puesta a tierra
- Tensiones de paso y de contacto

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.

- Verificación de cableado
- Ensayo de frecuencia industrial
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control
- Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms
- Verificación del grado de protección

6.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

6.1.- Prevenciones generales

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de “Peligro de muerte”.

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio al centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante
- Tipo de apartamento y número de fabricación
- Año de fabricación
- Tensión nominal
- Intensidad nominal
- Intensidad nominal de corta duración
- Frecuencia Industrial

Junto al accionamiento de la apartamenta de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha apartamenta.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Conserjería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

6.2.- Puesta en servicio

Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

6.3.- Separación de servicio.

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectándose la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

6.4.- Mantenimiento

El mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificación de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60 °C.

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observe alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

7.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa
- Proyecto, suscrito por técnico competente
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de obra
- Contrato de mantenimiento
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora

8.- LIBRO DE ÓRDENES

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución, incluyendo cada visita, revisión, etc.

9.- RECEPCIÓN DE LA OBRA

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

- Aislamiento: Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes
- Ensayo dieléctrico: Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- Regulación y protecciones: Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.
- Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.

1.- OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de redes subterráneas de distribución.

2.- CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de redes subterráneas de Baja Tensión.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

3.- EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

3.1.- Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar

3.2.- Apertura de zanjas.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierra en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 70 cm y anchura de 40 cm para canalizaciones de baja tensión bajo acera.
- Profundidad de 85 cm y anchura de 60 cm para canalizaciones de baja tensión bajo calzada.

3.3. Canalización

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonadas en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm en el caso de B.T. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otro dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro.
- Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc., deberán proyectarse con todo detalle.

3.3.1.- Zanja

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 20 cm.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión

3.3.1.1. Cable directamente enterrado

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena de 10 cm de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena de mina o de río indistintamente, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 2 a 3 mm como máximo.

Cuando se emplee arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.

Los cables deben estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6 m. excepción hecha en el caso en que se atraviesen terrenos rocosos. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección (ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc. formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

3.3.1.2. Cable entubado

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de tubos de cemento, fibrocemento, fundición de hierro, materiales plásticos, etc., de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a 1,6 veces el diámetro del cable o del haz de cables.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelada cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m. según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2 m. en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería.

Una vez tendido el cable, estas calas se tapanán recubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones mínimas las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima (perímetro) de la arqueta de 2 metros.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

3.3.2.- Cruzamientos y paralelismos.

El cruce de líneas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,20 m.

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. No deberá existir ningún empalme sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además, entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 8 mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m. de un empalme del cable.

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- 0.50 m para gaseoductos
- 0.30 m para otras conducciones.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:

- 3 m en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm; dicho mínimo se reduce a 1 m. en el caso en que el tramo de conducción interesado esté contenida en una protección de no más de 100 m.
- 1 m. en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0.50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 m de largo como mínimo y de tal forma que se garantice la distancia entre las generatrices exteriores de los cables, en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que se indica a continuación, media en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0.10 m. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir, excepto en lo indicado posteriormente, una distancia mínima en proyección horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m en cables interurbanos o a 0.30 m. en cables urbanos.

Se puede admitir incluso una distancia mínima de 0,15 m. a condición de que el cable de energía sea fácil y rápidamente separado, y eficazmente protegido mediante tubos de hierro de adecuada resistencia mecánica y 2 mm de espesor como mínimo, protegido contra la corrosión. En el caso de paralelismo con cables de telecomunicación interurbana, dicha protección se refiere también a estos últimos.

Estas protecciones pueden no utilizarse, respetando las distancia mínima de 0.15 m, cuando el cable de energía se encuentra en una cota inferior a 0.50 m respecto del cable de telecomunicación.

Las reducciones mencionadas no se aplican en el caso de paralelismo con cables coaxiales, para los cuales es taxativa la distancia mínima de 0,50 m medida sobre la proyección horizontal.

En cuanto a los fenómenos inductivos debidos a eventuales defectos en los cables de energía, la distancia mínima entre los cables a la longitud máxima de los cables situados paralelamente está limitada por la condición de que la f.e.m. inducida sobre el cable de telecomunicación no supere el 60 % de la mínima tensión de prueba a tierra de la parte de la instalación metálicamente conectada al cable de telecomunicación.

En el caso de galerías practicables, la colocación de los cables de energía y de telecomunicación se hace sobre apoyos diferentes, con objeto de evitar cualquier posibilidad de contacto directo entre los cables.

3.4.- Transporte de bobinas y cables

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

3.5.- Tendido de cables

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura de cables no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adoptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados, no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0.50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirva de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro de B.T., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Se evitarán en lo posible canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto o, en su defecto, donde señale el Director de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

3.6.- Protección mecánica

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de 25 cm cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en 12,5 cm por cada cable que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos y duros.

3.7.- Señalización

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m. por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

3.8.- Identificación

Los cables deberán llevar marcas que se indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

3.9.- Cierre de zanjas

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

3.10.- Reposición de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

3.11.- Puesta a tierra

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

- Interconexión entre la bajada del pararrayo y las envueltas metálicas de los cables.
- Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma a tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

3.12.- Montajes diversos

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

3.12.1.- Armarios de distribución

La fundación de los armarios tendrán como mínimo 15 cm de altura sobre el nivel del suelo.

Al preparar esta fundación se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándose con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cables a los tubos quede siempre 50 cm. como mínimo por debajo de la rasante del suelo.

4.- MATERIALES

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los cables instalados serán los que figuren en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

5.- RECEPCIÓN DE LA OBRA

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento según la forma establecida en la Norma UNE relativa a cada tipo de cable.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

CONSIDERACIONES FINALES

Con la descripción que antecede en memoria, pliego de condiciones y lo representado en los planos adjuntos, entiende la Propiedad y el Técnico responsable haber dado una idea clara de las directrices a seguir para la ejecución de las obras, por lo que esperan, previas las consultas que se estimen oportunas, que se realice la contratación y por consiguiente la realización de la instalación.

El Ingeniero Técnico

Fdo: Eduardo Ruiz del Rincón

Zaragoza, Febrero de 2014



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza**



PROYECTO DE SUMINISTRO ELÉCTRICO PARA P. I. LOS TORRELLARES PRESUPUESTO

AUTOR:

- **E. RUIZ DEL RINCÓN**

**PROYECTO FIN DE
CARRERA**

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

CAPITULO 01 LÍNEA AEREA MEDIA TENSIÓN

01.01 TRABAJOS A REALIZAR EN EL ENTRONQUE A RED

Ud. Conexión de línea aerea en doble circuito con línea aerea de triple circuito existente a realizar por la compañía suministradora. Incluyendo herrajes de conexión a torre existente, trabajos en tensión y protección de avifauna. Totalmente conexionada y montada.

En entronque	1			1	6.132,67	6.132,67
--------------	---	--	--	---	----------	----------

01.02 CONDUCTOR LA-110

Mt. De suministro, tendido y pruebas de línea aerea de M.T., compuesta por 3 conductores desnudos de aluminio-acero LA-110, instalado sobre cadenas de aisladores. Incluyendo pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montada, conexionada y funcionando

En L.A.M.T	2	430		860	2,93	2.519,80
------------	---	-----	--	-----	------	----------

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

01.03 APOYO METALICO C2000/14

Ud. Torre metalico de la serie recomendación Unesa 6.7004-A del tipo C modelo C2000/14 de 14 metros de altura y esfuerzo nominal de 2000 kg en punta, formada por cabeza prismatica de sección cuadrada con siete campos de 600 mm. taladrada para adosar en diferentes combinaciones las crucetas formando un unico cuerpo soldado, fuste tronco piramidal de sección cuadrada, formada por distintos tramos de longitudes maxima 6 m. unidos por celosía sencilla atornillada, totalmente galvanizada. Incluyendo excavación del terreno, hormigonado, protección de paso y contacto con placa de hormigón y mallazo, antiescalos (Apoyos nº 1 y nº 4), placa de "Peligro de Muerte", pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montada.

En apoyos nº 1, 2, 3, 4 4

4	2.341,05	9.364,20
---	----------	----------

01.04 CRUCETA ATIRANTADA DOBLE CIRCUITO N1 DE 1,25 M

Ud. Cruceta recta metalica atirantada para doble circuito para torre metalica tipo C modelo N1 de lmedexsa de 1,25 metros de separación entre conductores y esfuerzo nominal vertical admisible 450 daN totalmente galvanizada. Incluyendo pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montada

En apoyos nº 1, 2, 3, 4 4

4	296,26	1.185,04
---	--------	----------

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

01.05 SOPORTE BOTELLAS TERMINALES Y AUTOVALVULAS

Ud. 3 Soportes de botellas y autovalvulas con 1,25 metros de separación entre conductores para línea aérea de doble circuito, totalmente galvanizada. Incluyendo pequeño material y servicios auxiliares. Totalmente montada.

En apoyos nº 1,	1					
				1	320,58	320,58

01.06 CADENA DE SUSPENSION

Ud. Cadenas de suspension formadas por 3 aisladores de vidrio tipo U 70 BL, horquilla de bola en V HB-16, rotula larga R-16P y grapa de suspension Gs-2 para conductor LA-110. Incluyendo pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montada.

En apoyos nº 2,3	24					
				24	72,98	1.751,52

01.07 CADENA DE AMARRE

Ud. Cadenas de amarre formadas por 3 aisladores de vidrio tipo U 70 BL, horquilla de bola en V HB-16, rotula larga R-16P y grapa de amarre GA-1/1 para conductor LA-110. Incluyendo pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montada.

En apoyos nº 1, 4	18					
				18	72,98	1.313,64

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

01.08 AUTOVALVULAS PARARRAYOS 18 KV 10 KA

Ud. Autovalvulas pararrayos de oxidos metalicos "ZnO", según RU 6505 A del tipo INZP polimerico de 18 kV y 10 KA según normas de la compañía. Incluyendo petacas de conexión, terminales de conductor LA-110, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montada, conexionada y funcionando.

En apoyos nº 1

6

6

234,65

1.407,90

01.09 KIT DE BOTELLAS TERMINALES DE EXTERIOR TMF2-240-E

Ud. Kit de botellas terminales de exterior modelo TMF2-240-E de Pirelli o similar para conductor seco de 12/20 kV. Incluyendo terminales bimetálicos, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montadas, conexionadas y funcionando.

En apoyo Nº 1

2

2

400,78

801,56

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

01.10 PUESTA A TIERRA HERRAJES APOYO ENTRONQUE Y FINAL DE LINEA

Ud. Instalación p.a.t. de torre metálica a base de conductor desnudo de 50 mm², formada por un cuadrado de 1,50x1,50 m, un ramal de conexión a la torre y otro ramal de conexión a los herrajes (seccionadores y autoválvulas) y picas de acero cobrizado de diametro 14 mm y dos metros de longitud colocadas verticales. Toda la red se efectuara según plano. Todas las conexiones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica. Se colocarán tantas picas como sean necesarias hasta conseguir la resistencia a tierra descrita en el proyecto. Incluyendo relleno con tierra vegetal y sales enriquecedoras de tierras (si fuese necesario), medición e informe de las tensiones de paso y contacto, tubo de PVC M-32 para bajada de la tierra de herrajes, pequeño material, conexionado y funcionando.

En apoyos nº 1, 4 2

2

263,17

526,34

01.11 PUESTA A TIERRA HERRAJES APOYO SUSPENSION

Ud. Instalación p.a.t. de torre metálica a base de conductor desnudo de 50 mm², formada por un ramal de conexión a la torre y pica de acero cobrizado de diametro 14 mm y dos metros de longitud colocadas verticales. Toda la red se efectuara según plano. Todas las conexiones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica. Se colocará el cable de cobre desnudo bajo tubo PVC para evitar la corrosión de este. Incluyendo medición e informe de las tensiones de paso y contacto, pequeño material, conexionado y funcionando.

En apoyos nº 2, 3 2

2

132,00

264,00

TOTAL LINEA AEREA M.T 25.587.25 €



PRESUPUESTO Y MEDICIONES
INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

CAPITULO 02 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN EN M.T.

02.01 LÍNEA CONDUCTOR AL RHZ-1 12/20 KV DE 3(1X240) mm2

Mt. de linea de M.T., compuesta por 3 conductores secos RHZ-1 12/20 kV con conductor de aluminio Clase 2 de 3x1x240 mm2 de triple extrusion (Semiconductor interior reticulado, aislamiento polietileno reticulado XLPE, semiconductor exterior reticulado), pantalla de hilos H16 mm2, cubierta de poliolefina (Z1) y características constructivas según UNE-21123, instalado bajo tubo de doble pared de polietileno del tipo Decaplast-450N de D=160 mm construido según norma UNE EN 50086-2-4, colocado en fondo de zanja, incluso pruebas de rigidez dielectrica, empalmes de M.T., pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montada, conexionada y funcionando.

Apoyo nº 1 y anillo CTs	1	1300	1300	23,43	30.459,00 €
-------------------------	---	------	------	-------	-------------

TOTAL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN EN M.T.	30.459,00 €
--	--------------	--------------------

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe(€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	------------

CAPITULO 03 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

03.01 EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGON PF-203

Ud. Edificio prefabricado de hormigón compacto modelo PF-203 de Ormazabal, de dimensiones exteriores 6880 x 3180 x 3045 mm ocupando una superficie de 14,47 mm² diseñado y construido de acuerdo a la Recomendación UNESA 1303 A preparado para alojamiento de celdas de media tensión descritas en memoria y dos posiciones de transformador, compuesto por puerta peatonal ffrontal con cerradura, 2 puertas de transformador, rejillas de ventilación frontal superior, rejillas de ventilación posterior superior, 4 rejillas de ventilación laterales superiores, 4 rejillas de ventilación laterales inferiores, 2 mallas de protección de transformador y 2 cubas de recogida de aceite. Construido con hormigón armado y vibrado de resistencia característica superior a 250 Kg/cm² y según norma EH-91 y pintado en blanco por el interior, de gran capacidad, facilidad de instalación, equipotencialidad de todo el edificio, impermeable, grado de protección exterior IP-239 y en rejillas de ventilación IP-339. Incluyendo transporte, mallas de separación de trafo, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montado.

Centro Transformación	4			
		4	7.428,95	29.715,80

03.02 EXCAVACIÓN FOSO DE C.T.

Ud. Excavación de un foso de dimensiones 8040 x 4000 mm para alojar el edificio prefabricado Compacto PF-203, con un lecho de arena de rio nivelada de 150 mm (quedando una profundidad de foso libre de 500 mm) y acondicionamiento perimetral una vez montado. Incluyendo pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montado y funcionando.

Foso para C.T.	4			
		4	258,27	1.033,08

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

03.03 CELDAS ENTRADA DDE LÍNEA CGM-COSMOS-L 24 KV 630 A

Ud. Celda con envolvente metálica CGM-COSMOS-L fabricada por Ormazabal, formada por un modulo con aislamiento integral en SF6, de tensión nominal 24 kV e In= 630 A de 365 mm de ancho por 735 mm de fondo y 1740 mm de alto con interruptor seccionador de tres posiciones, mando manual tipo B, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar, indicadores testigo presencia de tensión y botellas terminales en T con contacto roscado modelo PMA-3-240/24 AC Al apantallada. Incluyendo trabajos de montaje, realización de botellas terminales, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montada, conexcionada y funcionando.

En interior de CTs	8			8	2.424,69	19.397,52
--------------------	---	--	--	---	----------	-----------

03.04 CELDA PROTECCION TRAF0 CGM-COSMOS-P-24 CON FUSIBLE

Ud. Celda con envolvente metalica CGM-COSMOS-P fabricada por Ormazabal, formada por un modulo con aislamiento integral en SF6, de tensión nominal 24 kV e In= 630 A de 470 mm de ancho por 735 mm de fondo y 1740 mm de alto, conteniendo en su interior, debidamente montados y conexcionados: un APR, tres detectores de presencia de tension, un seccionador de puesta a tierra de accionamiento brusco y juego de barras tripolares. Incluyendo trabajos de montaje, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montada, conexcionada y funcionando.

En interior de CTs	7			7	2.834,49	19.841,43
--------------------	---	--	--	---	----------	-----------

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

03.05 TRANSFORMADOR 630 KVA 16 KV

Ud. Transformador trifasico reductor de tensión de llenado integral, según norma UNE 20138 de interior y en baño de aceite mineral, con neutro accesible en el secundario de potencia 630 KVA y refrigeración natural de aceite. Tensión primaria 16 kV y secundaria 420/230 V grupo de conexión Dyn11, tensión de cortocircuito de 4 % y regulación primaria de +2,5 %, +5 %, +7,5 %, +10 %, según normas de la compañía eléctrica. Con conjunto de pasatapas de media tensión enchufables. Incluyendo pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montado y funcionando.

En interior de CTs

7

7	4.895,27	34.266,89
---	----------	-----------

03.06 INTERCONEXIÓN M.T. 16 KV CELDA-TRAFO

Ud. Juego de puentes III de cables MT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes botellas terminales de conexión enchufables acodadas modelo PMA 1-95/24 Ac Al apantallada de 95 mm². Incluyendo pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montado, l conexionado y funcionando.

En interior de CTs

7

7	567,07	3.969,49
---	--------	----------

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

03.07 INTERCONEXIÓN B.T. TRAFO-CBT4S

Ud. Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco RV 0.6/1 kV de Al, de 4x240 mm² para cada una de las fases y de 2x240 mm² para el neutro y demas características según memoria. Incluyendo pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montado, conexionado y funcionando.

En interior de CTs

7

7

461,77

3.232,39

03.08 CUADRO DE B.T. 4 SALIDAS NORMAS ERZ

Ud. Cuadro de baja tensión según normas UNESA con 4 salidas de 400 A con fusibles, tipo ITV con las características descritas en la memoria y normalizado por ERZ Endesa. Incluyendo, fusibles calibrados a 315 A, amperímetro y voltímetro, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montado, conexionado y funcionando.

En interior de CTs

7

7

1.358,48

9.509,36

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

03.09 INSTALACIÓN INTERIOR C.T.

Ud. Instalación interior de caseta prefabricada de hormigón compuesta por dos puntos de luz estancos IP-55, cuadro de distribución estanco con 1 interruptor automatico magnetotermico de 2 polos 40 A, 1 interruptor diferencial 2/40/30 mA, un interruptor automatico de 2P 10 A y un interruptor automatico de 2P 16 A, una emergencia estanca IP-55 de 40 Lm, para conseguir un nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro. Incluyendo conductor H07V-K de 1,5 y 2,5 mm², tubo de PVC M-20, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montado, conexionado y funcionando.

En interior de CTs	4			
		4	217,27	869,08

03.10 INSTALACIÓN TIERRAS INTERIORES C.T.

Ud. De tierras interiores compuestas por cable de cobre desnudo de 50 mm² grapeado a pared y conectado a las celdas y demas apartamiento del edificio, así con elementos de conexión y caja de seccionamiento, instalado, según describe proyecto. Incluyendo pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montado, conexionado y funcionando.

En interior de CTs	4			
		4	139,95	559,80

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

03.11 INSTALACION DE TIERRAS EXTERIORES C.T.

Ud. De tierras exteriores código 80-40/5/82 UNESA, incluyendo 8 picas de 2 m de longitud, cable de cobre desnudo de 50 mm², elementos de conexión por soldadura aluminitermica, instalado, según se describe en el proyecto. Incluyendo pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montado, conexionado y funcionando.

En interior de CTs 4

4	176,50	706,00
---	--------	--------

03.12 INSTALACION DE TIERRAS DE SERVICIO O NEUTRO

Ud. De tierras exteriores código 5/82 Unesa, incluyendo 6 picas de 2 m de longitud, cable de cobre desnudo de 50 mm², cable de cobre aislado de 0,6/1 kV y elementos de conexión por soldadura aluminitermica, instalado, según se describe en proyecto. Incluyendo caja de seccionamiento, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montado, conexionado y funcionando.

En interior de CTs 7

7	148,75	1.041,25
---	--------	----------

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

03.13 MATERIAL DE SEGURIDAD INTERIOR C.T.

Ud. De material de seguridad compuesto por: extintor de polvo ABC de 6 kg eficacia equivalente 89B, banqueta aislante para maniobrar apartamenta, par de guantes, placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, placa reglamentaria LAS CINCO REGLAS DE ORO y placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS. Incluyendo pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montado, colocado y funcionando.

En interior de CTs

4

4

207,29

829,16

TOTAL CENTRO DE TRANSFORMACION

124.971,25 €

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

CAPITULO 04 RED DE DISTRIBUCIÓN EN B.T.

04.01 CANALIZACIÓN SUBTERRANEA CON 3 TUBOS Ø 160

Mt. Canalización subterránea para acometidas eléctricas en media tensión bajo acera o calzada según normas de la compañía, compuesta por 3 tubos de $\varnothing = 160$ mm de doble pared del tipo Decaplast-R-N de polietileno según normas UNE EN 50086-2-4, colocados en fondo de zanja incluso 1 cinta de señalización, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montada.

Canalizaciones	1	420			
			420	12,04	5.056,80

04.02 CANALIZACIÓN SUBTERRANEA CON 3 TUBOS Ø 225

Mt. Canalización subterránea para acometidas eléctricas en baja tensión bajo acera o calzada según normas de la compañía, compuesta por 3 tubos de $\varnothing = 225$ mm de doble pared del tipo Decaplast-R-N de polietileno según normas UNE EN 50086-2-4, colocados en fondo de zanja incluso 1 cinta de señalización, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montada.

Canalizaciones	1	1722			
			1722	12,86	22.144,92

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

04.03 CANALIZACIÓN SUBTERRANEA CON 5 TUBOS Ø 225

Mt. Canalización subterránea para acometidas eléctricas en baja tensión bajo acera o calzada según normas de la compañía, compuesta por 5 tubos de $\varnothing = 225$ mm de doble pared del tipo Decaplast-R-N de polietileno según normas UNE EN 50086-2-4, colocados en fondo de zanja incluso 1 cinta de señalización, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montada.

Canalizaciones	1	1026			
			1026	14,53	14.907,78

04.04 CANALIZACIÓN SUBTERRANEA CON 8 TUBOS Ø 225

Mt. Canalización subterránea para acometidas eléctricas en baja tensión bajo acera o calzada según normas de la compañía, compuesta por 8 tubos de $\varnothing = 225$ mm de doble pared del tipo Decaplast-R-N de polietileno según normas UNE EN 50086-2-4, colocados en fondo de zanja incluso 1 cinta de señalización, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montada.

Canalizaciones	1	21			
			21	26,18	549,78

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

04.05 CANALIZACIÓN SUBTERRANEA CON 2 TUBOS Ø 160 y 5 TUBOS Ø 225

Mt. Canalización subterránea para acometidas eléctricas en media y baja tensión bajo acera o calzada según normas de la compañía, compuesta por 2 tubos de $\varnothing = 160$ mm para conductores de media tensión y por 5 tubos de $\varnothing = 225$ mm de doble pared del tipo Decaplast-R-N de polietileno según normas UNE EN 50086-2-4, colocados en fondo de zanja incluso 1 cinta de señalización, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montada.

Canalizaciones	1	498				
			498	23,74	11.822,52	

04.06 CANALIZACIÓN SUBTERRANEA CON 2 TUBOS Ø 160 y 10 TUBOS Ø 225

Mt. Canalización subterránea para acometidas eléctricas en media y baja tensión bajo acera o calzada según normas de la compañía, compuesta por 2 tubos de $\varnothing = 160$ mm para conductores de media tensión y por 10 tubos de $\varnothing = 225$ mm de doble pared del tipo Decaplast-R-N de polietileno según normas UNE EN 50086-2-4, colocados en fondo de zanja incluso 1 cinta de señalización, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montada.

Canalizaciones	1	21				
			21	37,49	787,29	

PRESUPUESTO Y MEDICIONES INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
04.07	LINEA RV 0,6/1 KV AL 3X240+1X150 ENTERRADA BAJO TUBO					
	- En Poligono linea Trafo 1:					
	*Linea nº 1:	1	190	190		
	*Linea nº 2:	1	262	262		
	*Linea nº 3	1	218	218		
	*Linea nº4:	1	146	146		
	- En Poligono linea Trafo 2:					
	*Linea nº 1:	1	218	218		
	*Linea nº 2:	1	178	178		
	*Linea nº 3	1	112	112		
	*Linea nº4:	1	218	218		
	- En Poligono linea Trafo 3:					
	*Linea nº 1:	1	238	238		
	*Linea nº 2:	1	194	194		
	*Linea nº 3	1	150	150		
	*Linea nº4:	1	110	110		

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

- En Poligono linea Trafo 4:

*Linea nº 1:	1	228	228
*Linea nº 2:	1	184	184
*Linea nº 3	1	140	140
*Linea nº4:	1	100	100

- En Poligono linea Trafo 5:

*Linea nº 1:	1	126	126
*Linea nº 2:	1	188	188
*Linea nº 3	1	254	254
*Linea nº4:	1	254	254

- En Poligono linea Trafo 6:

*Linea nº 1:	1	414	414
*Linea nº 2:	1	492	492
*Linea nº 3	1	308	308
*Linea nº4:	1	390	390

- En Poligono linea Trafo 7:

*Linea nº 1:	1	110	110
*Linea nº 2:	1	194	194
*Linea nº 3	1	332	332
*Linea nº4:	1	404	404

6352	11,70	74.318,40
------	-------	-----------

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

04.08 CONJUNTO SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN CSP-14E 250/400

Ud. Conjunto de seccionamiento y protección con entrada y salida de línea por abajo y salida abonado por abajo del tipo CSP-14E 250/400, con medidas totales de 11060 x 700 x 230 mm, compuesto por dos armarios de poliéster reforzado con fibra de vidrio y grado de protección IP-437 (UNE 20 324), la envolvente superior dispone de regleta-soporte de poliéster reforzado, neutro amovible de 250 A y tres cortacircuitos unipolares tamaño 1 (250 A), la envolvente inferior dispone de regleta-soporte de poliéster reforzado, neutro amovible 400 A, seis cortacircuitos unipolares de tamaño 2 (400 A), seis cuchillas de seccionamiento tamaño 2 (400 A), ocho bornes bimetálicos de 240 mm², tres bornes bimetálicos 150 mm², un borne bimetálico de 95 mm² y embarrado tetrapolar para la entrada y salida de línea, con cierre mediante llave triangular y bloqueo por candado. Con puertas totalmente ciegas al exterior. Incluyendo fusibles, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente instalado y conexionado.

En poligono	23					
		23	425,23	9.780,29		

04.09 CONJUNTO SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN CSP-11ED 250/250/400

Ud. Conjunto de seccionamiento y protección con entrada y salida de línea por abajo y salida abonado por abajo del tipo CSP-11ED 250/250/400, con medidas totales de 11060 x 700 x 230 mm, compuesto por dos armarios de poliéster reforzado con fibra de vidrio y grado de protección IP-437 (UNE 20 324), la envolvente superior dispone de regleta-soporte de poliéster reforzado, neutro amovible de 250 A y seis cortacircuitos unipolares tamaño 1 (250 A). La envolvente inferior dispone de regleta-soporte de poliéster reforzado, neutro amovible 400 A, seis cortacircuitos unipolares de tamaño 2 (400 A), seis cuchillas de seccionamiento tamaño 2 (400 A), ocho bornes bimetálicos de 240 mm², tres bornes bimetálicos 150 mm², un borne bimetálico de 95 mm² y embarrado tetrapolar para la entrada y salida de línea, con cierre mediante llave triangular y bloqueo por candado. Con puertas totalmente ciegas al exterior. Incluyendo fusibles, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente instalado y conexionado.

En poligono	7					
		7	485,81	3.400,67		

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Codigo	Descripción	Uds	Longitud	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
--------	-------------	-----	----------	----------	------------	-------------

04.10 HORNACINA PARA CONJUNTO DE SECCIONAMIENTO CON PUERTA

Ud. Hornacina para empotramiento de conjunto de seccionamiento y protección, construida con ladrillo y recibida con cemento, de medidas totales de 1200 x 1000 x 350 mm, con cerco y puerta de aluminio totalmente ciegas al exterior. Incluyendo cerradura normalizada por la compañía suministradora, pequeño material y medios auxiliares. totalmente construida.

En poligono	30					
				30	728,36	21.850,80

04.11 MODULO DE COMUNICACIONES Y CUADRO BOMBA FECALES

Ud. Modulo de contadores normalizado por ERZ Endesa para suministro trifásico, cuadro de protección y control de bomba fecales compuesto por armario estanco IP-65 para su colocación a la intemperie, apartameta para protección y control de bomba definida en el correspondiente esquema unifilar y regulador de control de pozo con bolla de regulación. Incluyendo cableados e interconexiones cuadro-bomba, ayudas de albañilería, pequeño material y medios auxiliares. Totalmente montado, conexionado y funcionando.

Bombeo fecales	1					
				1	2.016,44	2.016,44

TOTAL RED DE DISTRIBUCIÓN EN B.T. 166.635,69 €

PRESUPUESTO Y MEDICIONES INSTALACION ELECTRICA EN EL P.I. LOS TORRELLARES

Resumen	Importe (€)
- TOTAL LINEA AEREA MEDIA TENSIÓN	25.587,25 €
- TOTAL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN EN M.T.	30.459,00 €
- TOTAL CENTRO DE TRANSFORMACION	124.971,25 €
- TOTAL RED DE DISTRIBUCIÓN EN B.T.	166.635,69 €
TOTAL EJECUCION MATERIAL	347.653,19 €
13,00 % Gastos Generales	45.194,91 €
6 ,00% Beneficio industrial	20.859,19 €
Suma de G.G. y B.I.	66.054,11 €
21,00 % I.V.A.	73.007,17 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LIQUIDACIÓN	486.714,47 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LIQUIDACIÓN	486.714,47 €

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS CATORCE EUROS con CUARENTA Y SIETE CENTIMOS.

El Ingeniero Tecnico Industrial

Fdo: Eduardo Ruiz del Rincon

Zaragoza, a Febrero de 2014